

RAPPORT DE L'ASN

sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en | **2019** |



L'Autorité de sûreté nucléaire présente
son rapport sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en 2019.

Ce rapport est prévu par l'article L. 592-31
du code de l'environnement.

Il a été remis au Président de la République,
au Premier ministre et aux Présidents du Sénat
et de l'Assemblée nationale, et transmis
à l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques
en application de l'article précité.



AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Missions – Fonctionnement – Chiffres clés

Créée par la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, l'ASN est une autorité administrative indépendante chargée du contrôle des activités nucléaires civiles en France.

L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement. Elle informe le public et contribue à des choix de sociétés éclairés.

L'ASN décide et agit avec rigueur et discernement : son ambition est d'exercer un contrôle reconnu par les citoyens et constituant une référence internationale.

MISSIONS

Réglementer

L'ASN contribue à l'élaboration de la réglementation, en donnant son avis au Gouvernement sur les projets de décret et d'arrêté ministériel et en prenant des décisions réglementaires à caractère technique. Elle s'assure que la réglementation est claire, accessible et proportionnée aux enjeux.

Autoriser

L'ASN instruit l'ensemble des demandes d'autorisation individuelles des installations nucléaires. Elle accorde les autorisations, à l'exception des autorisations majeures des installations nucléaires de base (INB) telles que la création et le démantèlement. L'ASN délivre également les autorisations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives.

Contrôler

L'ASN vérifie le respect des règles et des prescriptions auxquelles sont soumises les installations et activités entrant dans son champ de compétence. Depuis la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, les missions de l'ASN s'étendent à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance. L'inspection représente l'activité de contrôle principale de l'ASN. Plus de 1800 inspections sont ainsi réalisées chaque année dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN dispose de pouvoirs de coercition et de sanction gradués (mise en demeure, amende administrative, astreinte journalière, possibilité de procéder à des saisies, prélèvements ou consignations...). L'amende administrative relève de la compétence d'une commission des sanctions placée au sein de l'ASN, respectant le principe de séparation des fonctions d'instruction et de jugement.

Informier

L'ASN rend compte de son activité au Parlement. Elle informe le public et les parties prenantes (associations de protection de l'environnement, commissions locales d'information, médias...) de son activité et de l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

L'ASN permet à tout citoyen de participer à l'élaboration de ses décisions ayant une incidence sur l'environnement. Elle soutient l'action des commissions locales d'information placées auprès des installations nucléaires. Le site Internet *asn.fr* est le mode privilégié d'information de l'ASN.

En cas de situation d'urgence

L'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation prises par l'exploitant. Elle informe le public et ses homologues étrangères de la situation. L'ASN assiste le Gouvernement. En particulier, elle adresse aux autorités compétentes ses recommandations sur les mesures à prendre au titre de la sécurité civile.

Un contrôle d'activités et d'installations diversifiées

Centrales nucléaires, gestion des déchets radioactifs, fabrication et retraitement de combustibles nucléaires, colis de substances radioactives, installations médicales, laboratoires de recherche, activités industrielles... L'ASN contrôle un ensemble d'activités et d'installations très varié.

Ce contrôle porte sur :

- 57 réacteurs nucléaires⁽¹⁾ produisant 70 % de l'électricité consommée en France, ainsi que le réacteur EPR de Flamanville en construction ;
- environ 90 autres installations participant à des activités de recherche civile, à des activités de gestion de déchets radioactifs ou à des activités du « cycle du combustible » ;
- plus d'une trentaine d'installations définitivement arrêtées ou en démantèlement ;
- plusieurs milliers d'installations ou d'activités dans lesquelles sont utilisées des sources de rayonnements ionisants à des fins médicales, industrielles ou de recherche ;
- plusieurs centaines de milliers d'expéditions de substances radioactives réalisées annuellement sur le territoire national.

LE RECOURS À DES EXPERTS

Pour prendre ses décisions, l'ASN s'appuie sur des expertises techniques extérieures, notamment celles de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'IRSN. L'ASN sollicite également les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts placés auprès d'elle et provenant d'horizons scientifiques et techniques divers.

* Au 3 mars 2020.

FONCTIONNEMENT

Le collège

Le collège définit la politique générale de l'ASN en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Il est composé de cinq commissaires, dont le président, désignés pour 6 ans^(*).

Bernard DOROSZCZUK Président	Philippe CHAUMET-RIFFAUD Commissaire	Sylvie CADET-MERCIER^(*) Commissaire	Lydie ÉVRARD^(*) Commissaire	Jean-Luc LACHAUME^(*) Commissaire
du 13 novembre 2018 au 12 novembre 2024	du 10 décembre 2014 au 9 décembre 2020	du 21 décembre 2016 au 9 décembre 2023	du 10 mars 2017 au 9 décembre 2023	du 21 décembre 2018 au 9 décembre 2026
↓ DÉSIGNÉS PAR le Président de la République			↓ DÉSIGNÉE PAR le Président du Sénat	↓ DÉSIGNÉ PAR le Président de l'Assemblée nationale

* En application de la loi n° 2017-55 du 20 janvier 2017 portant statut général des autorités administratives indépendantes et des autorités publiques indépendantes, qui a prévu le renouvellement du collège de l'ASN à l'exception de son président, par moitié tous les trois ans, le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 (codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire) a prévu les dispositions transitoires utiles et modifié la durée des mandats de trois commissaires.

Impartialité

Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instruction ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution.

Indépendance

Les commissaires exercent leurs fonctions à temps plein. Leur mandat est d'une durée de six ans. Il n'est pas renouvelable. Il ne peut être mis fin aux fonctions d'un commissaire qu'en cas d'empêchement ou de démission constaté par le collège statuant à la majorité de ses membres. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Compétences

Le collège prend des décisions et rend des avis qui sont publiés au *Bulletin officiel* de l'ASN. Le collège définit la politique de contrôle de l'ASN. Le président nomme les inspecteurs de l'ASN. Le collège décide de l'ouverture des enquêtes après incident ou accident. Il présente, chaque année, au Parlement le *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France*. Son président rend compte des activités de l'ASN aux commissions compétentes de l'Assemblée nationale et du Sénat ainsi qu'à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Le collège définit la politique de relations extérieures de l'ASN au plan national et au plan international.

Les services

L'ASN dispose de services placés sous l'autorité de son président. Les services sont dirigés par un directeur général, nommé par le président de l'ASN. Ils assurent les missions de l'ASN au quotidien et préparent les projets d'avis et de décisions pour le collège de l'ASN. Ils se composent :

- de services centraux, organisés par thématiques, qui pilotent leur domaine d'activité à l'échelle nationale, tant sur les questions techniques que transverses (action internationale, préparation aux situations d'urgence, information des publics, affaires juridiques, ressources humaines et autres fonctions support). En particulier, ils préparent les projets de doctrine et de textes de portée générale, instruisent les dossiers techniques les plus complexes et les dossiers « génériques », c'est-à-dire se rapportant à plusieurs installations similaires;
- de onze divisions territoriales, compétentes sur une ou plusieurs régions administratives, de façon à couvrir l'ensemble du territoire national et les collectivités territoriales d'outre-mer. Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle de terrain sur les installations nucléaires, les transports de substances radioactives et les activités du nucléaire de proximité. Elles représentent l'ASN en région et contribuent à l'information du public dans leur périmètre géographique. Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations, et assurent le contrôle des opérations de mise en sûreté de l'installation accidentée.

CHIFFRES CLÉS EN 2019

PERSONNEL



521

agents

dont



321

inspecteurs



84%

de cadres

ACTIONS DE L'ASN



1 817

inspections
représentant 4 274 jours
d'inspection



23 420

lettres de suite d'inspection
disponibles sur asn.fr
au 31 décembre 2019



22

réunions
de groupes
permanents d'experts



276

avis techniques
de l'IRSN
rendus à l'ASN



1 585

autorisations
individuelles
d'installations ou d'activités
délivrées

BUDGET



63,97 M€

de budget
pour l'ASN
(programme 181)

83,4 M€

de budget de l'IRSN
consacrés à l'expertise
pour l'ASN

INFORMATION



Plus de 1200

réponses
aux sollicitations du public
et des parties prenantes



18

conférences
de presse



75

notes
d'information

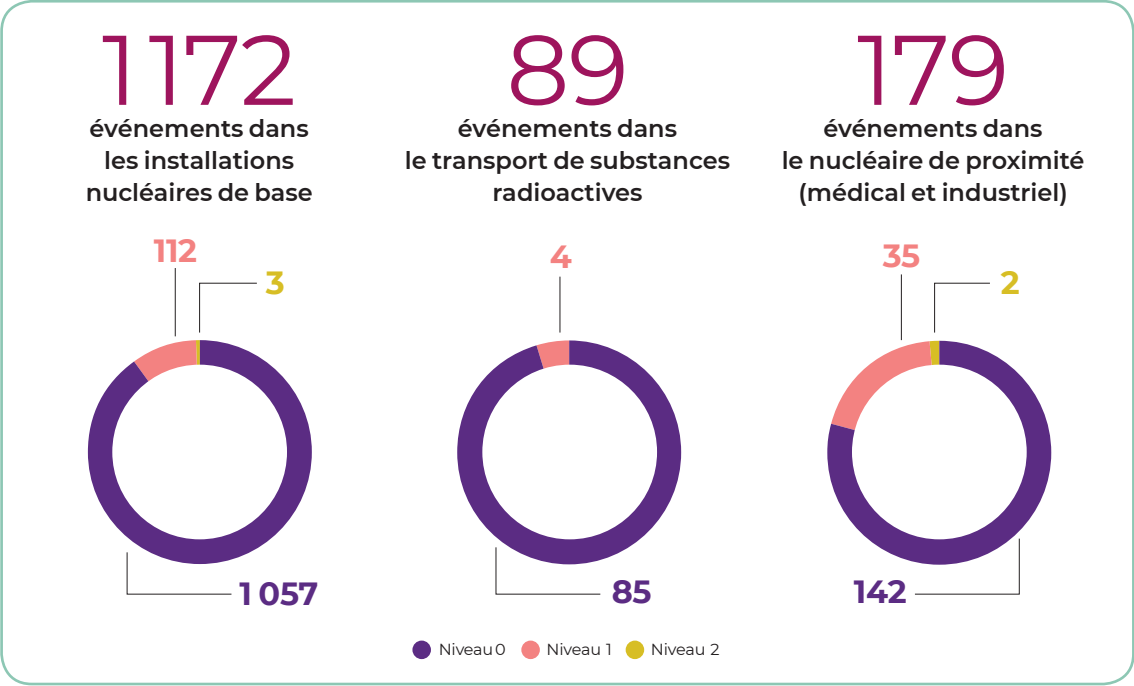


8

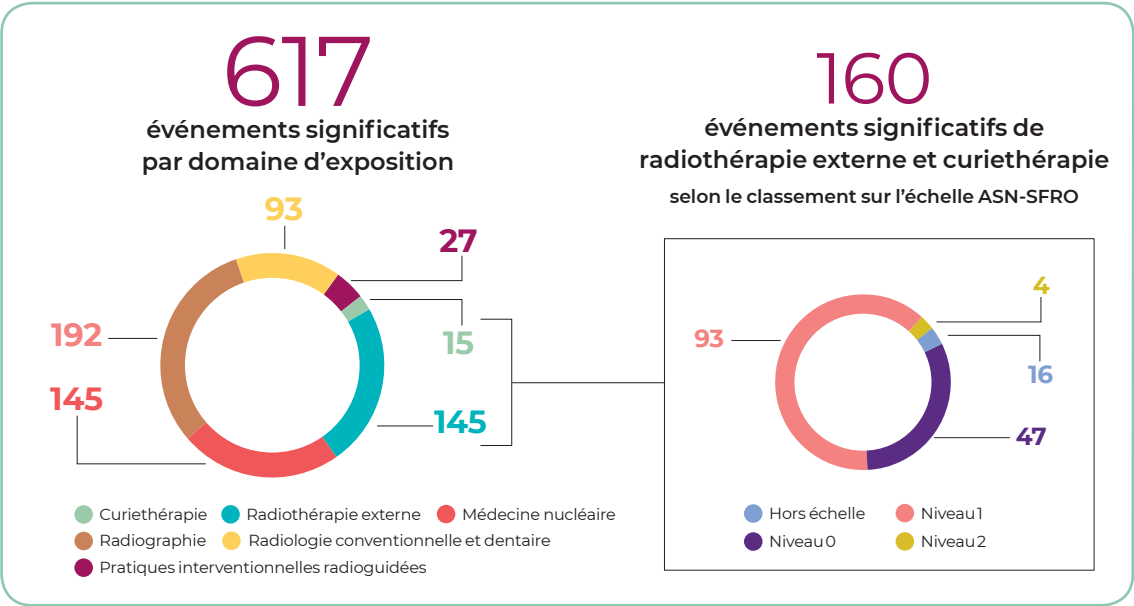
exercices
de crise

CHIFFRES CLÉS EN 2019

NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS CLASSÉS SUR L'ÉCHELLE INES(*)



NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DANS LE DOMAINE MÉDICAL(*)



* L'échelle internationale INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) a été développée par l'AIEA afin d'expliquer au public l'importance d'un événement vis-à-vis de la sûreté ou de la radioprotection. Cette échelle est applicable aux événements survenant sur les INB et aux événements ayant des conséquences, potentielles ou réelles, sur la radioprotection du public et des travailleurs. Elle ne s'applique pas aux événements ayant un impact sur la radioprotection des patients, les critères habituellement utilisés pour classer les événements (dose reçue notamment) n'étant pas applicables dans ce cas.

Comme il était pertinent de pouvoir informer le public sur les événements de radiothérapie, l'ASN a développé, en lien étroit avec la Société française de radiothérapie oncologique, une échelle spécifique aux événements de radiothérapie (échelle ASN-SFRO). Ces deux échelles couvrent un champ relativement large des événements de radioprotection, à l'exception des événements d'imagerie.

Compétence
Indépendance
Rigueur
Transparence



asn.fr



info@asn.fr

Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux



SOMMAIRE

Éditorial du collège	2	Faits marquants 2019	16
Éditorial du directeur général	6	Actualités réglementaires	28
Les appréciations de l'ASN	8	Le panorama régional de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	32
01	Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement		96
02	Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle		116
03	Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants		140
04	Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles		164
05	L'information des publics		176
06	Les relations internationales		186
07	Les utilisations médicales des rayonnements ionisants		200
08	Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources		230
09	Le transport de substances radioactives		258
10	Les centrales nucléaires d'EDF		278
11	Les installations du cycle du combustible nucléaire		316
12	Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses		326
13	Le démantèlement des installations nucléaires de base		334
14	Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués		350
Annexe	Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2019		370



AVIS AU LECTEUR

- Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.
- Seules les actualités réglementaires de l'année 2019 sont présentes dans cet ouvrage. L'ensemble de la réglementation est consultable sur asn.fr, rubrique « Réglementer ».



De gauche à droite :

Philippe CHAUMET-RIFFAUD, Commissaire ; Lydie ÉVRARD, Commissaire ; Bernard DOROSZCZUK, Président ; Sylvie CADET-MERCIER, Commissaire ; Jean-Luc LACHAUME, Commissaire.

L'exigence de qualité et de rigueur doit s'imposer à tous

Montrouge, le 3 mars 2020

Dans un contexte où le niveau de sûreté des installations nucléaires est resté globalement satisfaisant, l'année 2019 a été marquée par une plus grande prise de conscience, par les exploitants nucléaires, des défis auxquels ils sont confrontés collectivement. Le besoin de renforcement de la qualité des réalisations et de la rigueur professionnelle au regard de la sûreté est désormais largement partagé, ce qui est essentiel pour progresser. L'accroissement des contrôles ne peut pas être considéré comme une réponse appropriée. Il appartient donc aux exploitants, en tant que premiers responsables de la sûreté, de relever ces défis.

Dans le domaine médical, la radioprotection des patients qui bénéficient d'actes diagnostiques ou thérapeutiques mettant en œuvre des rayonnements ionisants s'est maintenue à un bon niveau. Le nombre d'événements significatifs de radioprotection déclarés par les professionnels de santé est demeuré très faible en 2019 au regard du nombre d'actes réalisés sur les patients chaque année et de la complexité de certains de ces actes. Toutefois, une attention particulière doit être maintenue, en raison de la haute technicité de certains actes médicaux et de la chaîne d'acteurs impliqués.

Compétence et rigueur professionnelles au cœur du ressaisissement de la filière nucléaire

Fin 2018, l'ASN avait souligné la nécessité d'un ressaisissement de la filière nucléaire pour maintenir les compétences industrielles clés indispensables à la qualité des réalisations et à la sûreté des installations.

En 2019, pour répondre à la demande du gouvernement, et à la suite des conclusions du rapport *La construction de l'EPR de Flamanville* de Jean-Martin Folz, EDF a présenté un plan d'action « pour retrouver le niveau de qualité, de rigueur et d'excellence qui a présidé à la construction du parc nucléaire français ».

L'ASN considère que les orientations du plan vont dans le bon sens. La qualité et la rigueur professionnelle constituent des éléments clés pour la sûreté des installations. Elles doivent s'appliquer aussi bien dans la réalisation des activités que dans leur surveillance par les exploitants, qui sont les premiers responsables de la sûreté.

L'ASN estime que l'exigence de qualité et de rigueur dans la conduite des projets doit être réaffirmée, non seulement pour les constructions neuves, mais aussi pour les projets de reprise et conditionnement des déchets anciens, de démantèlement ou de grands travaux de maintenance. Il conviendrait que la filière nucléaire définisse plus précisément les conditions de mise en œuvre de ce plan d'action, notamment en matière de renforcement de la culture de sûreté et de la rigueur professionnelle.

La poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe : un objectif d'EDF qui reste à concrétiser

L'ASN a poursuivi, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, afin de définir les conditions génériques, c'est-à-dire applicables à tous ces réacteurs, de la poursuite de leur fonctionnement. Les objectifs principaux associés à ce réexamen concernent la maîtrise de la conformité de l'installation, en particulier la maîtrise du vieillissement, ainsi que la robustesse accrue de l'installation face aux aléas naturels et la réduction des conséquences radiologiques en cas d'accident, notamment avec fusion du cœur. Ces objectifs ont été définis au regard des objectifs de sûreté fixés pour les réacteurs de troisième génération, notamment l'EPR.

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique, EDF a proposé des modifications pour atteindre ces objectifs, par exemple pour améliorer la sûreté de la piscine de désactivation du combustible ou pour réduire le risque de percement du radier de l'enceinte de confinement, et donc de contamination des sols et des eaux souterraines en cas d'accident avec fusion du cœur. L'ASN prendra position sur la partie

générique du réexamen de ces réacteurs fin 2020 en encadrant la poursuite de leur fonctionnement.

L'ASN estime que la mise en œuvre des modifications proposées par EDF conduit à des améliorations significatives de la sûreté des installations et contribue à l'atteinte des objectifs du réexamen. Toutefois, à ce stade de l'instruction, l'ASN estime que ces modifications ne permettent pas de satisfaire l'ensemble des objectifs fixés. En l'absence de propositions complémentaires de l'exploitant au cours de l'année 2020, l'ASN prescrira des modifications additionnelles.

En 2019, le réacteur 1 de Tricastin a été le premier à effectuer sa quatrième visite décennale. EDF a mis en place une organisation spécifique et a fortement mobilisé son ingénierie nationale pour apporter un appui au site, avant et pendant l'arrêt, afin de favoriser l'appropriation des modifications à déployer. Cette organisation a permis un bon déroulement des travaux. L'ASN souligne que, durant les prochaines années, plusieurs visites décennales de réacteurs seront réalisées en parallèle et s'interroge sur la capacité d'EDF à déployer une telle organisation simultanément sur les sites concernés.

Des conditions opérationnelles d'intervention questionnées

Lors de ses inspections, l'ASN a davantage mis l'accent sur le contrôle de la mise en œuvre des dispositions opérationnelles prévues par les exploitants pour faire face à des événements indésirables dans une installation nucléaire. À cet égard, l'ASN a organisé des exercices de mise en situation simulant un départ de feu, une inondation interne, une perte de confinement de produits dangereux, ou une situation accidentelle. Pour certains exercices, l'ASN a constaté que des actions requises dans ces situations n'étaient pas réalisables ou que les délais d'intervention étaient supérieurs à ceux prévus par l'exploitant.

Ces constats doivent conduire les exploitants à s'assurer du caractère opérationnel des actions demandées par les documents d'exploitation et, le cas échéant, mettre en œuvre des actions correctives.

De manière plus générale, la complexité croissante des règles à observer et des actions à réaliser en exploitation doit constituer un point de vigilance pour tous les acteurs.

Les huit soudures de traversée de l'enceinte de l'EPR à réparer

Le réacteur EPR de Flamanville est un réacteur à eau sous pression qui présente un niveau de sûreté notablement amélioré par rapport aux réacteurs actuellement en exploitation. En particulier, l'EPR présente une protection renforcée contre les agressions externes et des moyens plus efficaces de limitation des conséquences des accidents avec fusion du cœur.

La construction et la fabrication des équipements de l'EPR ont conduit à de nombreux écarts par rapport à la qualité attendue, dus principalement à la perte d'expérience et à un défaut de rigueur professionnelle, notamment dans la mise en œuvre des procédés spéciaux (soudage, forgeage, traitement thermique, contrôles non destructifs...). Ces difficultés ont également révélé une défaillance de la surveillance réalisée par l'exploitant.

Pour ce qui concerne les écarts de conception et de réalisation des soudures des tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur, l'ASN avait estimé dès 2018 que la remise en conformité de toutes les soudures devait être privilégiée. EDF avait cependant proposé fin 2018 une démarche visant à justifier le maintien en l'état de certaines soudures (les huit soudures de traversée de l'enceinte). Compte tenu de la nature et du nombre particulièrement important des écarts survenus lors de la conception et de la fabrication de ces soudures, et dans la mesure où leur remise en conformité est techniquement réalisable, l'ASN a indiqué en juin 2019 que leur réparation avant la mise en service du réacteur constituait la solution de référence.

Des irrégularités qui doivent interroger tous les acteurs dans la réalisation des activités

Le déploiement progressif d'inspections ciblées et les signalements reçus ont permis de tirer les premiers enseignements du plan d'action de l'ASN contre le risque de fraude.

Le risque de fraude existe mais le nombre de cas avérés à ce stade est très faible au regard du volume des activités. Les premiers constats portent principalement sur des irrégularités dans la mise en œuvre des procédés spéciaux (usurpation d'identité des soudeurs ou des contrôleurs), dans les contrôles internes des fournisseurs (falsification des résultats d'essais) ou dans la surveillance des activités (déclaration d'actions de surveillance non réellement réalisées). Ces irrégularités n'ont pas toutes été détectées par la surveillance exercée par l'exploitant.

Dans la plupart des cas, les analyses des exploitants et les investigations menées par l'ASN à la suite de ces constats n'ont pas mis en évidence de risque pour la sûreté. Les fabricants et exploitants doivent rester vigilants, y compris vis-à-vis de leur propre personnel, et s'interroger sur les causes profondes de tels comportements.

Une nouvelle étape dans le processus de concertation pour la gestion des matières et des déchets radioactifs

Le débat public qui s'est tenu en 2019 pour préparer la prochaine édition du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs a fortement impliqué l'ASN en tant que co-maître d'ouvrage, aux côtés du ministère chargé

de l'énergie. Les conclusions du débat public ont souligné le caractère majeur de la gestion des déchets de haute et moyenne activité à vie longue, le besoin de mieux intégrer certains aspects (transport, évaluation environnementale, enjeux du démantèlement et articulation avec la politique énergétique), ainsi que le caractère central de la gouvernance du dispositif national de gestion des matières et des déchets radioactifs. La décision conjointe de la ministre de la Transition écologique et solidaire et du président de l'ASN, précisant la manière dont seront pris en compte les enseignements du débat public, a été publiée en février 2020. L'ASN poursuivra son implication pour s'assurer de la gestion sûre des déchets et des matières et s'attachera à contribuer efficacement à une concertation de qualité avec les parties prenantes.

Un besoin permanent d'anticipation pour prendre en compte les enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection des nouveaux projets

L'ASN s'attache à anticiper les enjeux de sûreté associés aux installations qu'elle contrôle, en particulier sur la base des analyses prospectives menées dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs et des orientations de la programmation pluriannuelle de l'énergie.

Dans ce contexte, l'ASN s'est prononcée sur le dossier d'options de sûreté du projet d'EDF de piscine d'entreposage centralisé, pour faire part suffisamment en amont de ses exigences en matière de sûreté, afin qu'elles puissent être intégrées dans le projet.

Face à la perspective de l'arrêt définitif des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim, puis de plusieurs autres réacteurs prévu dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie, l'ASN sera attentive à ce que les dispositions prises par l'exploitant permettent le démantèlement dans des délais aussi courts que possible. L'ASN s'attachera à optimiser ses processus d'instruction et à tirer tous les enseignements du démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim au bénéfice des démantèlements ultérieurs.

Enfin, dans l'éventualité de la construction de nouveaux réacteurs, l'ASN a rendu son avis sur les options de sûreté du projet de réacteur « EPR Nouveau Modèle » et de son évolution « EPR 2 », en tenant compte du retour d'expérience de l'EPR de Flamanville et des réacteurs en fonctionnement. Cet avis identifie les sujets qui seraient à approfondir ou les choix qui seraient à justifier en vue d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur, par exemple, le recours à une démarche d'exclusion de rupture.

Une vigilance à maintenir en raison de la complexité de certains actes médicaux et de la chaîne d'acteurs impliqués

En 2019, le nombre d'événements significatifs de radioprotection déclarés à l'ASN dans le domaine médical n'a pas évolué de manière notable, et reste faible au regard du nombre d'actes réalisés et de la complexité de certains d'entre eux. Les enjeux les plus importants du point de vue de la radioprotection concernent :

- pour les travailleurs : les pratiques interventionnelles radioguidées et la médecine nucléaire, avec des dépassements de limites de dose, notamment aux mains et aux yeux ;
- pour les patients : les pratiques interventionnelles radioguidées du fait de la durée de certains actes, la radiothérapie externe du fait notamment d'erreurs de latéralité, et, enfin, la médecine nucléaire avec des erreurs d'administration de radiopharmaceutiques ;
- pour le public et l'environnement : la médecine nucléaire, avec des pertes de sources radioactives, des fuites de canalisations et de dispositifs de confinement des effluents radioactifs.

En radiothérapie externe, le nombre de déclarations d'événements significatifs de radioprotection s'est stabilisé en 2019. Trois événements ont été classés au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO (5 en 2018). Dans les services de curiethérapie, la sécurisation des accès aux sources de haute activité est à améliorer et restera une thématique d'inspection prioritaire. La survenue de deux événements de blocage de source dans un projecteur rappelle à nouveau l'importance de la formation du personnel aux mesures d'urgence à mettre en œuvre dans une telle situation.

En médecine nucléaire, le déploiement de nouvelles thérapies avec de fortes activités administrées aux patients appelle une attention particulière en matière de gestion des effluents radioactifs. En outre, les efforts de formation des personnels doivent être maintenus et la coordination des mesures de prévention lors d'interventions d'entreprises extérieures doit être améliorée.

En ce qui concerne les pratiques interventionnelles radioguidées, une trop faible proportion des locaux où elles sont réalisées répond pleinement aux exigences réglementaires, la situation étant néanmoins meilleure dans les services de radiologie interventionnelle. Une insuffisance de formation des professionnels à la radioprotection des patients et un déficit d'application du principe d'optimisation des actes sont des constats récurrents lors des inspections. L'exploitation du recueil des doses reçues par les patients lors des actes, à des fins d'optimisation des pratiques, est insuffisante. Ainsi, le suivi du patient en cas de dépassement du seuil d'exposition à la peau, tel que défini par la Haute Autorité de santé, est peu satisfaisant, en particulier dans les blocs opératoires.

De la même manière, en radiothérapie externe, ce suivi est aussi jugé insuffisant, ce qui a conduit l'ASN à demander qu'une étude de suivi des patients concernés par un événement significatif de radioprotection de niveau 2 soit conduite par les professionnels.

Des propositions pour renforcer la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire

Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire (Codirpa) piloté par l'ASN a, sur la base des enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima et des exercices de crise, proposé au Premier ministre plusieurs évolutions de la doctrine post-accidentelle. Elles visent principalement à simplifier le zonage post-accidentel servant de base aux mesures de protection de la population. En particulier, de nouveaux critères ont été proposés pour définir le périmètre d'éloignement des populations.

En outre, le Codirpa a élaboré un guide public et créé un site Internet conjoint Anccli/ASN/IRSN de sensibilisation aux situations post-accidentelles. Ce site permet aux élus, aux professionnels de santé, aux associations, aux personnels de l'éducation et aux acteurs économiques d'accéder à des documents et à des informations utiles pour préparer ou gérer la vie sur un territoire contaminé par un accident nucléaire.

De nouvelles modalités d'échanges pour renforcer la coopération transfrontalière

L'ASN a pris l'initiative d'instaurer un nouveau cadre d'échanges pour renforcer le partage d'expérience sur des sujets ciblés avec ses homologues des pays frontaliers, l'Allemagne, la Belgique, le Luxembourg et la Suisse. Elle a ainsi organisé, en novembre 2019, le premier séminaire interrégional consacré aux inspections croisées, à la concertation avec les parties prenantes, à la gestion des situations d'urgence et au maintien des compétences des autorités de sûreté. Ce format de partage, plus large qu'en réunion bilatérale et plus resserré que dans un cadre multilatéral, a montré tout son intérêt pour approfondir ces sujets et formuler des propositions communes visant à renforcer la coopération internationale.



Olivier GUPTA – Directeur général

Exercer un contrôle efficace dans un contexte inédit

Montrouge, le 3 mars 2020

Entre les difficultés rencontrées sur le chantier de l'EPR, les questions liées à la poursuite d'exploitation des réacteurs et le déficit structurel de compétences clés dans certains domaines, la période que traverse la filière nucléaire peut être qualifiée de « tendue ». Il est dès lors légitime de s'interroger sur l'action de l'ASN, l'efficacité des contrôles qu'elle exerce et, au-delà, sur les actions qu'elle prévoit dans ce contexte inédit. Ces actions sont conduites selon quatre lignes directrices. Elles sont soutenues par une politique de ressources humaines adaptée à la situation.

Remettre au centre la responsabilité première de l'exploitant

Lorsqu'un secteur est en difficulté, les regards se tournent souvent vers l'État ou vers les autorités compétentes. Dans ce contexte, ce pourrait être aussi la tentation du contrôleur de vouloir contrôler plus. Pourtant, nous ne pensons pas que les difficultés de la filière nucléaire puissent être surmontées par plus de réglementation. Nous ne croyons pas non plus que la problématique des fraudes puisse être résolue seulement par plus de contrôles.

L'ASN n'hésite pas à utiliser l'ensemble des moyens de contrôle, de coercition voire de sanction dont elle dispose : la mise sous surveillance renforcée de la centrale nucléaire en exploitation de Flamanville en 2019, ou les nouveaux contrôles déployés pour prévenir les fraudes, en sont des exemples.

Mais on ne pourrait se satisfaire, en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, d'une situation dans laquelle un exploitant serait, sur le long terme, « sous tutelle » de l'ASN : l'objectif est toujours que les exploitants concernés exercent eux-mêmes, de façon pleinement satisfaisante, leur responsabilité première en matière de protection des personnes et de l'environnement. Et c'est ce dont ils doivent rendre compte à l'ASN.

Notre conviction profonde est donc que les leviers pour redresser la filière nucléaire sont d'abord entre les mains des industriels.

Faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection par le dialogue

L'ASN est à l'écoute des propositions des exploitants et des professionnels, premiers responsables de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Ces propositions doivent être fondées sur des arguments techniques, que l'ASN questionnera ensuite, dans la plupart des cas avec l'appui de l'IRSN. C'est ce que nous appelons le dialogue technique approfondi. La qualité et la sincérité de ce dialogue constituent un des piliers de la sûreté et des progrès en matière de sûreté.

L'ASN observe le déroulement des activités nucléaires sur le terrain, notamment lors des inspections, y compris en interrogeant les différents intervenants : exploitants, prestataires sur les chantiers, personnels soignants dans les hôpitaux... Ces observations sont à la base de l'évaluation annuelle, par l'ASN, de la situation en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection pour les principaux exploitants et les différents secteurs d'activité.

L'ASN dialogue avec les autres parties prenantes, comme cela a été le cas en 2019 dans le cadre de la concertation sur les quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe et du débat public sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs.

Écouter, observer, dialoguer : c'est ce qui nous permet de prendre toute la mesure d'une situation et de bien calibrer nos exigences et nos actions de contrôle.

Définir clairement la hiérarchie des priorités

Dans l'exercice de ses missions, l'ASN cherche à adapter ses actions de contrôle pour aider les exploitants et les professionnels à focaliser leurs moyens, qui sont par essence limités, sur les enjeux essentiels de sûreté et de radioprotection.

Dans un souci d'efficacité, afin d'obtenir des progrès tangibles sur les sujets à plus forts enjeux, il importe de bien définir les priorités : c'est la mise en pratique du principe de proportionnalité, qui fait consensus au niveau international, et que l'on appelle aussi l'approche graduée. Ainsi, la prise de position de l'ASN et de l'ASND en 2019 sur la stratégie de gestion des déchets et de démantèlement du CEA a été une façon de valider les priorités du CEA dans ce domaine. Nous allons faire de même en 2020 pour Orano.

De la même manière, il importe de bien définir les priorités en matière de contrôle, qui doit être ciblé en fonction des enjeux. L'ASN a pris des initiatives en la matière, par exemple sur le contrôle des arrêts de réacteur. Après avoir fait une expérimentation en 2019, nous allons faire évoluer ce contrôle en 2020, pour faire moins d'exams systématiques préalables de dossiers et plus de contrôles sur le terrain, tout en renforçant la responsabilité de l'exploitant.

Cette approche graduée s'est aussi traduite, dans le nucléaire de proximité, par la refonte des régimes réglementaires et par la réorientation d'une partie de nos inspections, pour mieux proportionner nos exigences et nos contrôles aux risques présentés par les activités.

Utiliser, lorsque c'est nécessaire, nos pouvoirs de décision, de coercition et de sanction

L'ASN dispose d'importants pouvoirs de décision, de coercition et de sanction, et il est de sa responsabilité d'en user avec discernement.

Il arrive bien sûr que nous exprimions fermement un désaccord, comme cela a été le cas cette année sur les soudures des tuyauteries vapeur du réacteur EPR. Il arrive aussi que nous prenions des mesures de coercition, comme des mises en demeure, y compris dans le secteur médical. Au total, le nombre de cas de recours aux moyens de coercition reste faible, et cela témoigne à la fois de la bonne volonté des exploitants et de la force de l'ASN : elle parvient à imposer la plupart de ses positions sans avoir besoin d'utiliser ces instruments.

En complément de l'arsenal existant, le législateur a doté l'ASN d'un outil de sanction supplémentaire, l'amende administrative. Son utilisation nécessite la mise en place d'une commission des sanctions, qui sera installée en 2020.

Disposer de compétences à la hauteur des missions de l'ASN

Une condition pour pouvoir exercer un contrôle performant et crédible est le maintien de la compétence et de l'expérience cumulée du personnel de l'ASN dans le domaine des risques et du nucléaire. L'ASN doit ainsi disposer d'un personnel ayant des compétences lui permettant d'exercer avec rigueur les missions d'instruction et d'inspection avec le degré d'expertise nécessaire, notamment en lien avec celles dont dispose son appui technique l'IRSN.

Dans un contexte de réforme de l'État, de renouvellement de générations et face au besoin de maintenir l'attractivité de ses postes, l'ASN a engagé des actions pour pouvoir s'appuyer, tant au plan quantitatif qu'au plan qualitatif, sur des personnels disposant de compétences pointues qui consacreront une partie suffisamment importante de leur carrière au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, parce que leur expérience technique aura été valorisée.

Les équipes de l'ASN ont encore été fortement sollicitées en 2019, et ont été au rendez-vous. Je les en remercie, tout comme je remercie nos partenaires, au premier rang desquels l'IRSN, ainsi que les membres des groupes qui conseillent l'ASN ou collaborent à ses travaux.

Les équipes de l'ASN savent la confiance qui leur est témoignée, notamment par la représentation nationale. Elles savent aussi que les attentes à leur égard resteront fortes en 2020, tant les enjeux sont importants. Elles mettront tout en œuvre, par l'engagement personnel de chacun, pour être à la hauteur de cette confiance et de ces responsabilités.

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN

L'ASN exerce sa mission de contrôle en utilisant, de façon complémentaire et adaptée à chaque situation, l'encadrement réglementaire et les décisions individuelles, l'inspection et, si nécessaire, les actions de coercition, afin que soient maîtrisés au mieux les risques des activités nucléaires pour les personnes et l'environnement. L'ASN rend compte de sa mission et porte une appréciation sur les actions de chaque exploitant et par domaine d'activité.

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN PAR EXPLOITANT

EDF

Les centrales nucléaires en fonctionnement

L'ASN considère que la rigueur d'exploitation des centrales nucléaires d'EDF est en recul en 2019.

Le nombre d'événements significatifs de niveau 1 sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES) augmente régulièrement depuis plusieurs années. Il a ainsi augmenté de plus de 30 % depuis 2017. Trois événements significatifs ont été classés au niveau 2 en 2019. Deux d'entre eux mettent en évidence des gestes et des décisions inadaptés des intervenants et le franchissement de lignes de défense organisationnelles. Par ailleurs, comme les années précédentes, les démarches de vérification entreprises par EDF mettent régulièrement en évidence des défauts liés à la conception des matériels, à leur montage ou à leur maintenance, et conduisent à remettre en cause leur capacité à remplir leur fonction dans toutes les situations prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire. Ces défauts concernent souvent plusieurs réacteurs, les centrales nucléaires d'EDF étant conçues et exploitées de manière semblable.

Les mises en situation des équipes d'EDF réalisées pendant les inspections menées par l'ASN montrent que la documentation opérationnelle n'est pas toujours adaptée à la réalité du terrain et peut contenir des erreurs, des imprécisions, voire des instructions impossibles à exécuter. L'analyse des événements significatifs met par ailleurs en évidence des situations dans lesquelles les collectifs humains se retrouvent en situation de perte de conscience des enjeux de sûreté de leur activité, avec parfois une accoutumance aux écarts. L'ASN considère qu'EDF doit redonner du sens aux activités pour fédérer les intervenants autour des véritables enjeux de sûreté.

Des améliorations ont toutefois été constatées en matière de prévention du risque d'incendie. L'ASN note également qu'EDF accorde davantage d'importance à la conformité de ses installations, ce qui est essentiel pour la sûreté nucléaire.

La poursuite de fonctionnement des réacteurs

Les modifications ambitieuses des installations et des modalités d'exploitation prévues par EDF dans le cadre

des réexamens périodiques des réacteurs conduisent à des améliorations significatives de la sûreté des installations. EDF mobilise des capacités importantes d'ingénierie pour ces réexamens. L'ASN constate toutefois une saturation de ces équipes nationales d'ingénierie.

En 2019, EDF a réalisé la première quatrième visite décennale d'un de ses réacteurs, sur le site du Tricastin. EDF a mobilisé des moyens importants et cette visite décennale s'est déroulée de manière plutôt satisfaisante. L'ASN s'interroge sur la capacité d'EDF à mobiliser de tels moyens à l'avenir pour les autres réacteurs, en particulier quand plusieurs quatrièmes visites décennales auront lieu en parallèle.

La conformité des installations

Comme en 2018, l'ASN a constaté, par rapport aux années précédentes, qu'EDF a davantage privilégié la remise en conformité rapide de son installation après la détection d'un écart, ce qui est satisfaisant. Toutefois, à l'instar des années précédentes, l'ASN considère que l'état réel de conformité des installations aux règles qui leur sont applicables doit être sensiblement amélioré. L'année 2019 a encore été marquée par la détection d'écarts affectant des matériels qui remettent en cause leur capacité à remplir leur fonction en cas d'accident. Certains de ces écarts remontent à l'origine de la construction des réacteurs, d'autres ont été générés lors de la mise en œuvre de modifications des installations, y compris récemment, ou résultent du vieillissement des installations ou d'une maintenance insuffisante. L'année 2019 a mis en lumière un état inapproprié de certaines stations de pompage et, de nouveau, des écarts affectant les groupes électrogènes de secours à moteur diesel. Plusieurs écarts ont également été liés à la fabrication de composants de matériels importants pour la sûreté. Cela a été en particulier le cas de composants électriques défectueux, qui a conduit à un événement significatif classé au niveau 2 sur l'échelle INES sur le réacteur 2 de la centrale nucléaire de Penly. EDF doit poursuivre les actions de contrôle ciblées qu'elle déploie progressivement depuis plusieurs années, mais également en élargir le champ.

L'ASN note que les pièces de rechange nécessaires ne sont pas toujours disponibles en nombre suffisant. Dans ces situations, l'ASN est particulièrement attentive à l'effectivité, l'efficacité et la pérennité des mesures compensatoires mises en œuvre par EDF dans l'attente de la résorption de l'écart.

Afin de lutter contre les risques de fraudes, EDF a adapté ses pratiques de contrôle, notamment avec un recours accru aux contrôles inopinés ou contradictoires. L'ASN considère qu'EDF doit toutefois encore renforcer ses actions afin de prévenir les irrégularités au sein de ses propres organisations.

La maintenance

D'une manière générale, la plupart des centrales nucléaires s'organisent de manière satisfaisante pour mener à bien les opérations de maintenance de grande ampleur.

Dans un contexte de grands volumes de maintenance, liés notamment à la poursuite du fonctionnement des réacteurs et au programme « grand carénage », l'ASN a régulièrement attiré par le passé l'attention d'EDF sur la persistance de défauts de qualité de maintenance en nombre trop élevé. EDF a mis en place depuis plusieurs années des plans d'action pour en réduire l'occurrence. L'ASN constate toutefois que ceux-ci n'ont pas été suffisamment efficaces. EDF doit ainsi en tirer les enseignements et renforcer la rigueur professionnelle dans les opérations de maintenance.

Plusieurs de ces défauts de qualité de maintenance sont la conséquence d'une perte de conscience des intervenants que leurs actions contribuent à la sûreté ou de l'application erronée de procédures de maintenance, voire du caractère inadapté de celles-ci. Les intervenants doivent encore faire face à des contraintes liées à l'organisation du travail telles que la préparation insuffisante de certaines activités, des modifications imprévues de calendrier ou des problèmes de coordination des chantiers.

L'ASN constate encore en 2019 des niveaux d'encrassement très importants de certaines structures internes des générateurs de vapeur (GV) de plusieurs réacteurs, susceptibles d'altérer la sûreté de leur fonctionnement. Ces niveaux d'encrassement résultent d'une maintenance insuffisante pour assurer un état de propreté satisfaisant.

De nouvelles dégradations associées au vieillissement de certains équipements, notamment des structures internes de GV, ont par ailleurs été détectées en 2019. L'ASN considère qu'EDF doit en conséquence adapter le niveau d'exigence du suivi en service et anticiper le développement des procédés de réparation.

L'ASN relève régulièrement la difficulté d'EDF à assurer une surveillance adaptée et proportionnée des activités sous-traitées, que celles-ci soient réalisées sur site ou chez les fournisseurs de biens et de services. Néanmoins, elle a perçu en 2019 une amélioration des actions de contrôle technique des interventions et de surveillance des prestataires, grâce notamment à l'utilisation d'outils informatiques déployés récemment dans les centrales.

L'exploitation

L'ASN constate des fragilités organisationnelles sur certains sites et des pertes de savoir-faire. Ces difficultés sont amplifiées sur les sites ayant eu à mener une visite décennale, du fait que ces visites mobilisent d'importantes ressources et conduisent à faire évoluer sensiblement les installations et leurs référentiels d'exploitation.

Les inspections de l'ASN ont mis en exergue en 2019 que la surveillance des activités réalisées par les opérateurs

de conduite doit être renforcée. Le délai moyen de détection d'un non-respect des règles de conduite est trop important sur plusieurs centrales nucléaires. Pour autant, les règles de conduite des réacteurs apparaissent connues des intervenants, bien que celles-ci évoluent assez fréquemment depuis quelques années. L'ASN considère donc que l'analyse de ces écarts doit s'intéresser à leurs causes profondes et qu'EDF doit porter une vigilance particulière à la vérification des activités accomplies par les équipes de conduite.

Comme en 2018, EDF a rencontré des difficultés lors des redémarrages après les arrêts de réacteur. Par ailleurs, la planification, la réalisation et l'analyse des résultats des essais périodiques constituent des domaines dans lesquels la majorité des sites doit progresser. En particulier, les inspecteurs de l'ASN ont constaté à plusieurs reprises des conclusions erronées sur la disponibilité des matériels à l'issue de la réalisation d'essais périodiques. EDF a engagé des actions d'amélioration, dont les effets ne sont toutefois pas encore mesurables.

Les inspections réalisées par l'ASN en 2019 dans le domaine de la conduite en cas d'accident ont mis en situation les acteurs de terrain. Si ces derniers ont montré qu'ils connaissaient les gestes techniques à accomplir, les contrôles de l'ASN ont révélé, dans certains cas, que ces gestes ne peuvent pas être accomplis dans les délais requis, voire ne peuvent pas être exécutés compte tenu de la configuration des installations. Dans d'autres cas, les consignes à exécuter ne prenaient pas en compte l'état réel de l'installation. EDF a engagé un plan d'action dès mi-2019, dont les premiers effets sont déjà visibles.

EDF a renforcé depuis plusieurs années son organisation pour la maîtrise des risques liés aux agressions, comme l'organisation mise en place pour détecter et écarter les risques de chute d'objets en cas de séisme. L'ASN constate toutefois régulièrement que les dispositions prises par EDF pour la prévention des agressions et la limitation de leurs conséquences doivent encore être améliorées. C'est en particulier le cas des dispositions en matière de risque d'explosion, pour lequel certaines actions de maintenance et de contrôle ne sont pas mises en œuvre de manière satisfaisante.

Comme en 2018, les inspections de l'ASN portant sur l'organisation et les moyens de crise ont permis de confirmer un bon niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence relevant d'un plan d'urgence interne.

Les analyses menées par les sites à la suite d'un événement significatif sont généralement pertinentes et l'identification des causes organisationnelles est en progrès. Cependant, ces analyses ne conduisent souvent qu'à des actions correctives limitées à la sensibilisation ponctuelle des agents, services ou entreprises identifiés comme étant à l'origine de l'écart.

La protection de l'environnement

L'organisation d'EDF en matière de maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement doit être améliorée sur la plupart des sites. L'ASN considère que l'exploitant doit accroître sa vigilance sur ces thématiques. EDF devra notamment améliorer la prise en compte des dispositions réglementaires liées à la prévention des pollutions, en particulier en ce qui concerne le confinement des substances dangereuses liquides. Malgré quelques fragilités ponctuelles, EDF a montré une bonne maîtrise de son processus de gestion des rejets d'effluents. Concernant la gestion des déchets, l'ASN constate la poursuite des améliorations de l'organisation d'EDF, mais reste vigilante quant au respect de la réglementation par les différents sites.

La radioprotection des travailleurs et la sécurité au travail

L'ASN relève, de manière globale, une dégradation de la prise en compte de la radioprotection dans les différentes centrales nucléaires. L'analyse des événements significatifs montre en particulier bien souvent une perception inadéquate des risques radiologiques. Toutefois, l'ASN a relevé des progrès dans la mise en œuvre des moyens de confinement des chantiers.

Un accident mortel, dû à des problèmes d'organisation de chantier et de manutention, a été à déplorer en 2019. EDF a mis en place des actions d'amélioration sur les principaux risques pour les travailleurs à la suite des contrôles des inspecteurs du travail de l'ASN. Certaines situations de risques professionnels sont toutefois toujours préoccupantes et doivent être significativement améliorées. Elles concernent les risques liés aux équipements de travail et particulièrement aux appareils de levage, les risques d'explosion et d'incendie et les risques électriques.

Les appréciations centrale par centrale

Les appréciations de l'ASN sur chaque centrale nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport. Certains sites se distinguent de manière positive :

- dans le domaine de la sûreté nucléaire : Fessenheim, Saint-Alban, et dans une moindre mesure, le Blayais ;
- dans le domaine de la protection de l'environnement : Fessenheim, Saint-Alban et Saint-Laurent-des-Eaux ;
- dans le domaine de la radioprotection : Saint-Alban.

D'autres sites sont au contraire en retrait sur au moins une de ces trois thématiques :

- dans le domaine de la sûreté nucléaire : Flamanville, Golfech et Gravelines ;
- dans le domaine de la protection de l'environnement : Flamanville, Cruas, Dampierre-en-Burly ;
- dans le domaine de la radioprotection : Flamanville, Dampierre-en-Burly et Tricastin.

Le réacteur EPR de Flamanville en cours de construction

L'ASN considère que le manque de rigueur constaté dans la réalisation et la surveillance de certaines opérations de soudage doit conduire EDF à étendre l'ampleur des vérifications à réaliser pour justifier du bon état de l'installation. Au-delà de ces vérifications, l'ASN estime que l'organisation mise en place pour la préparation de l'exploitation du réacteur EPR de Flamanville est globalement satisfaisante.

Les écarts constatés sur les soudures des tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur ont mis en évidence un manque de maîtrise des opérations de soudage et une défaillance de la surveillance réalisée par EDF sur ses prestataires. L'ASN a ainsi demandé d'étendre la revue de la qualité des matériels du réacteur EPR de Flamanville à un périmètre plus large d'équipements et de sous-traitants, en adaptant la profondeur de la revue en fonction des enjeux. EDF doit encore compléter cette démarche. EDF doit par ailleurs être vigilante à ce que les réparations nécessaires et la fin du chantier soient réalisées en accordant la priorité à la qualité de réalisation et à la rigueur professionnelle.

En 2019, l'ASN a constaté des améliorations en matière de qualification des matériels et de traçabilité des essais de démarrage. EDF doit toutefois encore faire évoluer ses pratiques concernant la justification de la représentativité des essais de démarrage.

Les centrales nucléaires en démantèlement et les installations de gestion des déchets

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations en démantèlement et de gestion des déchets est globalement satisfaisant, mais que le risque d'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, enjeu principal du démantèlement, doit être mieux maîtrisé.

Pour les installations en démantèlement d'EDF dont le combustible a déjà été évacué, la sûreté nucléaire consiste à maîtriser le confinement des substances radioactives. La grande majorité de ces substances se situe dans les caissons des réacteurs actuellement confinés, sans opérations de démantèlement pouvant les remettre en suspension (à l'exception de Chooz A et Superphénix).

Les enjeux auxquels est confrontée EDF résident dans la radioprotection des travailleurs et la gestion des déchets. Concernant ces points, en 2019, EDF continue à avoir des difficultés à maîtriser le risque lié à la présence de radioéléments émetteurs de rayonnement alpha, plus particulièrement dans l'installation de Chooz A. Par ailleurs, elle se heurte à la problématique de présence d'amiante, qui conduit à interrompre les chantiers pour permettre d'établir les mesures de protection adaptées et le désamiantage.

De façon générale, les opérations de démantèlement en cours prennent du retard et les opérations majeures, concernant le démantèlement du cœur du réacteur, sont reportées. La maîtrise des délais en toute sûreté reste donc un enjeu majeur pour EDF. L'ASN estime qu'EDF doit renforcer le pilotage du projet de démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim afin de disposer d'une vision globale du projet, intégrant toutes ses interactions. Elle estime, en outre, qu'EDF doit améliorer son organisation pour établir et valider les décisions structurantes pour le scénario de démantèlement, à partir d'hypothèses justifiées et formalisées.

Orano Cycle

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations exploitées par Orano Cycle est demeuré à un niveau globalement satisfaisant en 2019, dans un contexte de mise en place de la nouvelle organisation du groupe.

Les installations exploitées par Orano Cycle sont implantées sur les sites de La Hague, du Tricastin et de Marcoule. Elles présentent des enjeux de sûreté importants mais de natures différentes, à la fois chimiques et radiologiques. L'organisation du groupe Orano est principalement décentralisée, ce qui induit des pratiques hétérogènes entre chaque site.

Le groupe Orano a mis en place une organisation centrale, qui a permis d'améliorer la qualité de ses réexamens périodiques, notamment dans sa capacité à rendre compte de la conformité de ses installations. Les sites comptant de multiples installations nucléaires de base (INB) du Tricastin et de La Hague ont mis en place des organisations dédiées qui permettent de réaliser en continu les réexamens des différentes INB, ce qui en améliore la rigueur. Orano doit toutefois poursuivre cette amélioration, en particulier pour ce qui concerne le génie civil, avec un effort redoublé vis-à-vis de ses installations auxiliaires qui ne sont pas dévolues à la production. Orano doit améliorer le suivi centralisé des actions identifiées dans ces réexamens, afin de pouvoir les conduire à leur terme.

Orano Cycle s'est doté d'une organisation afin de maîtriser les effets du vieillissement de ses installations de La Hague. La méthodologie mise en œuvre est, dans son principe, acceptable. L'ASN constate que son déploiement s'est amélioré par rapport à 2018. Le suivi des actions à mettre en œuvre doit être mieux formalisé. L'organisation d'Orano doit être améliorée et reposer davantage sur des procédures que sur des compétences individuelles. L'ASN contrôlera, dans le cadre des réexamens périodiques des installations du Tricastin et de Marcoule, qu'Orano met à profit les progrès qu'il a réalisés dans ce domaine.

La surveillance des prestataires d'Orano reste à améliorer. L'ASN a constaté plusieurs écarts dans l'exécution des contrôles et essais périodiques réalisés par des prestataires extérieurs, ainsi que dans leur prise en compte des exigences de sûreté dans la réalisation de chantiers nouveaux.

Orano Cycle a néanmoins progressé dans la mise en œuvre de ses contrôles et essais périodiques à La Hague.

Maîtrise des risques

Orano a amélioré le respect, par les équipes d'exploitation, des consignes en matière de confinement des substances radioactives à La Hague.

Le respect des consignes de radioprotection dans les usines Orano s'est aussi globalement amélioré. Pour autant, les moyens de contrôle en entrée et sortie de zones radiologiques ne sont pas toujours disponibles.

Post-Fukushima

Orano Cycle a fait preuve de volontarisme dans sa conduite des évaluations complémentaires de sûreté consécutives à l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Orano a achevé, en 2019, la construction de la quasi-totalité des moyens complémentaires issus de cet exercice. Il s'agit par exemple de nouveaux moyens destinés à faire face à des situations extrêmes dans ses installations, notamment des moyens d'appoint en eau et des nouveaux bâtiments de crise robustes à des aléas extrêmes.

Gestion de crise

Orano dispose d'une organisation de crise robuste, associée à une formation adaptée de ses équipiers de crise. Les exercices réalisés par Orano Cycle en 2019 à La Hague étaient suffisamment diversifiés pour permettre un entraînement adéquat de ces équipes.

Reprise et conditionnement des déchets anciens, démantèlement et gestion des déchets

De nombreux déchets anciens à La Hague, ne sont pas entreposés selon les exigences actuelles et présentent des enjeux de sûreté majeurs. La reprise et le conditionnement de ces déchets anciens conditionnent l'avancement des démantèlements des usines définitivement arrêtées. L'ASN constate des retards dans les projets de reprise et conditionnement des déchets d'Orano, souvent complexes, qui le conduisent à annoncer des reports significatifs, parfois pour des dizaines d'années, d'échéances sur lesquelles il s'était engagé. L'ASN estime que la maîtrise des projets de reprise et conditionnement doit être améliorée. Ainsi, en 2019, l'ASN a engagé une démarche de contrôle de la gestion de ces projets, avec l'appui de la Direction générale de l'énergie et du climat. Cette démarche a conduit l'ASN à demander à Orano d'apporter des améliorations structurantes à la gestion de ces projets et à l'organisation qui la supporte, afin de mieux respecter les échéances sur lesquelles Orano s'est engagé et qui sont prescrites dans des décisions de l'ASN ou des décrets. Cette démarche sera poursuivie en 2020.

Par ailleurs, des lacunes dans la gestion de déchets ont donné lieu à plusieurs déclarations d'événements significatifs, notamment en matière de prévention de la criticité. Orano doit améliorer les conditions d'entreposage de ses déchets et contrôler plus systématiquement les fûts de déchets produits.

CEA

L'ASN considère que la sûreté des installations exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) demeure globalement satisfaisante, malgré un contexte budgétaire préoccupant. Les enjeux de sûreté portent, d'une part, sur la poursuite du fonctionnement d'installations, conçues selon des standards de sûreté anciens, d'autre part, sur le démantèlement des installations définitivement arrêtées, sur la reprise et le conditionnement des déchets anciens, ainsi que sur la gestion de ses déchets radioactifs et matières sans usage identifié.

L'organisation et le management de la sûreté

L'ASN constate que l'organisation du CEA est en constante évolution. Ces évolutions d'organisation du CEA visent une meilleure efficacité de ses structures, une clarification des rôles et une plus grande implication des échelons de décision. L'ASN estime que le CEA doit rester vigilant à ce que tous les aspects sûreté soient bien pris en compte à tous les niveaux de l'organisation et soient portés par des personnes disposant des ressources, des compétences et de l'autorité nécessaires. Elle souhaite que le CEA propose rapidement une vision stratégique des évolutions engagées.

L'ASN estime que la mise en œuvre des «grands engagements de sûreté», pilotés au plus haut niveau et permettant de suivre les enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection les plus importants, est globalement satisfaisante. Il conviendra de veiller à ce que la diminution des moyens affectés au CEA n'ait pas de conséquence sur la tenue des autres engagements, notamment ceux qui sont encadrés par des prescriptions de l'ASN.

Les installations en fonctionnement et en démantèlement

Face au vieillissement des installations en fonctionnement du CEA et à l'incertitude des projets pour remplacer certaines de ces installations, le CEA a élaboré, en 2019, une stratégie de moyen-long terme d'utilisation de ses installations expérimentales de recherche nucléaire civile et de ses installations de gestion des déchets et matières. Les premières conclusions montrent la nécessité d'une rationalisation et d'une optimisation des installations existantes, accompagnées de rénovations significatives, voire la construction d'installations neuves. L'ASN estime que cette priorisation est légitime du point de vue de la sûreté, et que le CEA doit en tirer des plans d'action clairs et formaliser précisément les options prises (abandon ou optimisation d'exploitation, travaux à entreprendre...).

L'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense ont souligné, en 2019, le réexamen approfondi et pertinent, réalisé par le CEA (voir Faits marquants), de sa stratégie de démantèlement, de sa priorisation des opérations, des moyens humains et de l'efficacité de son organisation, ainsi que de la pertinence des montants des ressources financières consacrées à ces opérations. La nouvelle organisation, mise en œuvre en 2017 pour le démantèlement, constitue également un progrès significatif. Ces progrès devront être confirmés à moyen terme par le respect des échéances des projets les plus prioritaires. Le CEA doit rester vigilant aux installations uniques dont l'indisponibilité pourrait fragiliser l'ensemble du processus, aux ressources financières allouées, à la crédibilité des échéances de réalisation et à leur avancement.

La conformité des installations

L'ASN constate que le CEA s'approprie correctement le processus de réexamen périodique des installations, grâce à la mise en œuvre, sur chaque site, d'une organisation

transverse dédiée à ces activités. L'examen de conformité, notamment aux dispositions réglementaires, et les plans d'action définis par le CEA sont en nette amélioration (effort d'exhaustivité et conclusions sur la conformité ou non à la réglementation, calendriers de mise en œuvre, distinctions des actions de mise en conformité et d'amélioration), même si des compléments sont encore nécessaires sur l'étendue des contrôles de certains équipements et sur la gestion des activités importantes pour la protection. La réévaluation de la maîtrise des risques et des inconvénients de chaque installation est également mieux appréhendée et bien documentée. En revanche, des améliorations sont attendues sur la réévaluation des risques sismiques et climatiques (vent, tornade), les études remises ne permettant pas d'apprécier correctement la conformité de plusieurs installations, notamment de leur référentiel, vis-à-vis de la réglementation. Le CEA doit rester vigilant à la bonne réalisation des travaux identifiés dans les réexamens. En effet, l'ASN constate que le CEA prend parfois des engagements sans être en mesure de s'assurer que les ressources humaines ou financières sont bien disponibles.

La gestion des écarts

La gestion des écarts est globalement satisfaisante au sein des installations. Toutefois, leur analyse mériterait d'être approfondie en analysant tous les écarts, des événements significatifs jusqu'aux signaux faibles. Le nombre d'événements significatifs a été globalement stable en 2019 par rapport à 2018. Aucun événement significatif n'a dépassé le niveau 1 de l'échelle INES. L'analyse de leurs causes met régulièrement en évidence une défaillance technique (liée au vieillissement ou à l'obsolescence) ou une origine organisationnelle ou humaine (liée à la déclinaison incorrecte d'exigences de sûreté dans la documentation opérationnelle ou à la planification des activités). L'ASN souligne, enfin, la qualité des fiches de retour d'expérience produites par les services centraux à destination des centres et des installations nucléaires. Elle encourage le CEA à prendre des dispositions afin de s'assurer que les actions définies dans ces fiches soient bien déclinées au sein des INB.

La gestion des modifications

Le CEA a mis en œuvre, depuis de nombreuses années, une gestion des modifications satisfaisante, notamment par la qualité des dossiers transmis à l'ASN lorsqu'il sollicite des autorisations de modification notable. L'ASN constate, par ailleurs, que les modifications mises en œuvre sur le terrain correspondent bien aux informations fournies par le CEA dans ses demandes d'autorisation.

La maintenance et les contrôles et essais périodiques

La maintenance, ainsi que la programmation des contrôles et essais périodiques, leur réalisation et leur suivi, sont globalement satisfaisants au sein des installations du CEA. Toutefois, l'ASN constate encore, sur ces deux sujets, des disparités entre les installations. Par ailleurs, la traçabilité

des contrôles effectués doit encore être améliorée. L'ASN attend également du CEA la mise en œuvre d'une stratégie harmonisée, à l'ensemble de ces installations, en matière de gestion du vieillissement et de l'obsolescence. En effet, à l'échelle des installations, la prise en compte du vieillissement est souvent gérée seulement au travers des contrôles et essais périodiques.

Les intervenants extérieurs

L'ASN constate que la surveillance des intervenants extérieurs par le CEA s'est renforcée au cours des dernières années, notamment par le suivi de plans de surveillance et la désignation d'agents du CEA dédiés à la surveillance des activités sous-traitées. L'ASN note toutefois que, lorsque la maintenance est réalisée par des intervenants extérieurs, dont les prestations sont encadrées par des contrats signés au niveau des centres et suivis par les services supports, la surveillance n'est pas toujours adaptée. En effet, ces plans de surveillance ne sont pas individualisés. La répartition entre le nombre d'agents CEA en charge de la surveillance et le nombre d'interventions réalisées peut être améliorée, tout comme l'adéquation des plans de surveillance avec les prestations qu'ils concernent. L'ASN relève également le besoin, pour le CEA, de renforcer la surveillance de la chaîne d'intervenants extérieurs, notamment pour les sous-traitants de leurs prestataires. Enfin, des disparités demeurent, dans la qualité de cette surveillance, entre les différentes installations exploitées par le CEA.

La maîtrise des risques, la gestion de crise et la prise en compte du retour d'expérience de Fukushima

L'ASN constate des retards significatifs dans la mise en œuvre des bâtiments de gestion de crise, prenant en compte le retour d'expérience de Fukushima, pour les centres de Cadarache, de Marcoule et de Saclay. L'ASN a ainsi mis en demeure le CEA, en 2019, de transmettre les justifications de dimensionnement des futurs bâtiments de gestion de crise du centre de Saclay.

L'organisation et les moyens de crise du CEA sont à améliorer notamment, pour résorber le retard pris pour répondre aux exigences actuelles. L'organisation nationale est notamment à renforcer, en portant une grande vigilance à la coordination entre ce niveau national, les sites et les installations. La coordination entre la force locale de sécurité et les installations des centres du CEA est en progrès, notamment pour la tenue à jour des plans et des consignes d'intervention.

L'ASN considère aussi que le CEA doit poursuivre ses efforts concernant la protection contre le risque d'incendie. La gestion des dispositifs techniques (portes et clapets coupe-feu, systèmes de détection...) doit être améliorée

et l'apport de charges calorifiques limité, notamment lors des chantiers. Les lacunes en matière de protection contre la foudre des bâtiments, aujourd'hui identifiées, doivent également être traitées dans des délais courts.

La radioprotection des personnels

La prise en compte de la radioprotection au sein des différents centres du CEA est satisfaisante, excepté pour le site de Fontenay-aux-Roses, où des faiblesses dans l'organisation et dans les dispositions techniques mises en place ont été constatées. Pour tous les centres, l'identification d'éléments et activités importants pour la protection, la maîtrise du vieillissement des appareils de mesure et la surveillance des intervenants extérieurs (traitement des écarts, traçabilité et application de la démarche ALARA) sont à améliorer.

La protection de l'environnement

L'organisation du CEA en matière de maîtrise des nuisances et de l'impact des installations sur l'environnement est satisfaisante, notamment au niveau de la gestion des effluents gazeux et liquides. La gestion des effluents liquides non radioactifs doit cependant être améliorée, tant au niveau de la qualité des analyses que de leur gestion, notamment concernant les eaux pluviales. Au vu du nombre d'installations à l'arrêt définitif et en démantèlement, un travail important est à engager par le CEA pour revoir les études d'impacts et proposer des limites de rejets cohérentes avec leur exploitation. En ce qui concerne la gestion des déchets, l'ASN attend du CEA une amélioration du zonage, du balisage, des zones de collecte et des inventaires des déchets radioactifs.

Les appréciations installation par installation

Les appréciations de l'ASN sur chaque centre et chaque installation nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

Le réacteur de recherche Jules Horowitz (RJH) de Cadarache en cours de construction

Autorisé en 2009, le réacteur RJH est en cours de construction. Les aléas du chantier, notamment la gestion des écarts liés à la sûreté, sont traités de manière satisfaisante. Compte tenu de l'allongement du chantier et de la durée pour la mise en service du réacteur, le CEA doit répondre à des enjeux de gestion de projet, de maintien de ses compétences techniques dans le temps et de conservation des équipements déjà fabriqués et éventuellement installés, avant leur mise en service. L'ASN considère que l'évolution de l'organisation mise en œuvre au second semestre 2019 est globalement satisfaisante.

Andra

L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) est le seul exploitant d'INB de stockage de déchets radioactifs en France. L'ASN considère que l'exploitation des INB de stockage de l'Andra est satisfaisante. L'ASN constate par ailleurs que le projet de stockage des déchets de faible activité à vie longue n'a pas progressé au cours de la période 2016-2018, et que les échéances du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs ne sont ainsi pas respectées sur ce sujet.

Exploitation des installations existantes de l'Andra

L'ASN estime que la sûreté et la radioprotection dans les installations exploitées par l'Andra sont satisfaisantes.

L'ASN constate une baisse notable du nombre d'événements significatifs déclarés entre l'année 2018 et l'année 2019. Elle s'interroge sur la déclaration des événements par l'Andra.

Par ailleurs, l'ASN estime que certains principes de l'approche de sûreté doivent être mieux intégrés par l'Andra, notamment pour une meilleure prise en compte de la défense en profondeur dans le classement de certains éléments ou activités comme important pour la protection.

Organisation dédiée au dossier d'autorisation de création du projet Cigéo

L'Andra a mis en place une organisation dédiée à l'élaboration du dossier d'autorisation de création du projet Cigéo, dont

la remise est prévue à l'horizon de la fin 2020. L'ASN constate que cette organisation est complexe, ce qui peut avoir un impact sur la gestion des priorités. Elle permet toutefois au projet de disposer d'une visibilité adaptée aux enjeux et de traiter les sujets avec une bonne performance technique. L'ASN estime que l'organisation de l'Andra quant à la prise en compte des aspects organisationnels et humains dans le projet, qui repose sur une externalisation, pourrait présenter des fragilités.

Les appréciations que l'ASN porte sur les autres exploitants sont présentées dans la partie Panorama régional et dans les différents chapitres de ce rapport.

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN PAR DOMAINE D'ACTIVITÉ

LE DOMAINE MÉDICAL

En radiothérapie, les fondamentaux de la sécurité sont en place (contrôles des équipements, formation des professionnels, politique de gestion de la qualité et des risques). Les démarches qualité progressent. Les analyses de risque *a priori* restent cependant relativement théoriques et insuffisamment déployées en amont d'un changement organisationnel ou technique. L'ASN allège ses fréquences d'inspection mais, au regard de la diversité des situations rencontrées, les centres présentant des fragilités ou des enjeux particuliers continueront à faire l'objet d'une attention soutenue et de suivi plus rapprochés en 2020.

En matière de sécurité des soins, la situation de **la curie-thérapie** est comparable à celle de la radiothérapie externe. La radioprotection des professionnels et la gestion des sources scellées de haute activité sont jugées globalement satisfaisantes. Ce niveau doit cependant être maintenu par un effort de formation continue. Dans le contexte actuel, une attention accrue doit être portée sur la sécurisation d'accès à ces sources, pour empêcher tout accès non autorisé.

En médecine nucléaire, la prise en compte de la radioprotection des patients et des professionnels est satisfaisante. Dans ce secteur également, les efforts de formation doivent être maintenus. Par ailleurs, la coordination des mesures de prévention lors d'interventions d'entreprises extérieures (pour la maintenance des appareils, l'entretien des locaux...) doit être améliorée. Un des enjeux de radioprotection tient également à une bonne gestion des effluents radioactifs, cela est d'autant plus prégnant que les thérapies avec de fortes activités administrées aux patients sont appelées à se multiplier avec, en conséquence, une augmentation de la radioactivité rejetée.

Dans le domaine des **pratiques interventionnelles radioguidées**, l'ASN estime que les mesures qu'elle préconise depuis plusieurs années ne sont toujours pas suffisamment prises en compte pour améliorer la radioprotection des patients et des professionnels, notamment pour les actes de chirurgie réalisés dans les blocs opératoires. Des écarts réglementaires sont fréquemment relevés en inspection, tant du point de vue de la radioprotection des patients que de celle des professionnels, et des événements sont régulièrement déclarés à l'ASN en raison de dépassements des limites de dose aux extrémités chez des praticiens interventionnels. L'état de la radioprotection est cependant nettement meilleur dans les services qui utilisent ces techniques depuis longtemps, par exemple dans les services d'imagerie où sont réalisées des activités de cardiologie et de neurologie interventionnelles. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels est nécessaire pour accompagner les professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les professionnels intervenant dans les blocs opératoires.

Pour l'ASN, la formation continue des professionnels et l'intervention du physicien médical constituent probablement les deux points-clés pour garantir la maîtrise des doses délivrées aux patients lors des actes interventionnels.

Enfin, vu l'expansion du parc de scanners, les examens diagnostiques faisant appel à un appareil de **scanographie** contribuent de façon très importante à la dose collective reçue par la population, l'imagerie médicale étant la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. La justification médicale de ces actes reste encore insuffisamment opérationnelle, du fait d'une formation très insuffisante des médecins demandeurs, voire du manque de disponibilité des autres modalités diagnostiques (IRM, échographie). L'ASN a publié en juillet 2018 un deuxième plan d'action pour la maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes en imagerie médicale. Ce plan vise à renforcer la mise en œuvre de la justification des actes et de l'optimisation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients.

LE DOMAINE INDUSTRIEL ET DE LA RECHERCHE

Parmi les activités nucléaires dans le secteur **industriel**, la radiographie industrielle et, en particulier, la gammagraphie constituent, en raison de leurs enjeux de radioprotection, des secteurs prioritaires de contrôle par l'ASN. L'ASN juge que la prise en compte des risques est contrastée suivant les entreprises, bien que le suivi dosimétrique des travailleurs soit généralement correctement effectué. Si les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs sont globalement bien maîtrisés par les exploitants lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable, l'ASN juge toujours préoccupants les défauts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers et constate une dégradation de la situation par rapport à 2018. L'ASN estime, plus généralement, que les donneurs d'ordre devraient privilégier les prestations de radiographie industrielle dans des casemates et non sur chantier. Enfin, le contenu de la formation des opérateurs devrait mieux prendre en compte les enseignements tirés des événements significatifs de radioprotection.

Dans les autres secteurs prioritaires de contrôle pour l'ASN dans le secteur industriel – les irradiateurs industriels, les accélérateurs de particule dont les cyclotrons, les fournisseurs de sources radioactives et d'appareils en contenant – l'état de la radioprotection est jugé globalement satisfaisant. En ce qui concerne les fournisseurs, l'ASN estime que l'anticipation des actions liées à l'approche de la durée administrative de reprise des sources – 10 ans par défaut – ainsi que les contrôles avant livraison d'une source à un client sont des domaines où les pratiques doivent encore progresser.

Dans le domaine de la **recherche**, il ressort que les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche. Les améliorations les plus marquantes concernent les conditions d'entreposage des déchets et des effluents, notamment la mise en place de procédures de contrôle avant leur élimination; des progrès sont toutefois encore nécessaires, en particulier en vue de la reprise des sources radioactives scellées inutilisées « historiques ». Par ailleurs, l'enregistrement et l'analyse des événements pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants, y compris en raison d'une traçabilité insuffisante des sources radioactives détenues, restent trop peu systématiques.

En ce qui concerne les **utilisations vétérinaires des rayonnements ionisants**, l'ASN constate le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation, notamment dans les activités de radiologie conventionnelle sur des animaux de compagnie. Pour les pratiques liées aux grands animaux, tels que les chevaux, ou réalisées hors des établissements vétérinaires, l'ASN estime que la mise en place du zonage radiologique, le port de la dosimétrie opérationnelle et la prise en compte de la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent à la réalisation de la radiographie constituent des points de vigilance.

LE TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

En 2019, l'ASN estime que la sûreté des transports de substances radioactives est globalement satisfaisante. Si des incidents, routiers en majorité, ont affecté quelques transports, ils sont à mettre en perspective des 770 000 transports réalisés chaque année. Ils n'ont conduit ni à la dispersion du contenu du colis dans l'environnement, ni à des expositions significatives de personnes, à l'exception d'un événement relatif à une surexposition d'un conducteur transportant des produits radiopharmaceutiques (dose de près de 28 mSv (millisieverts) reçue sur 12 mois consécutifs).

Le nombre d'événements significatifs relatifs au transport de substances radioactives sur la voie publique reste stable (85 événements déclarés à l'ASN en 2019). Il s'agit essentiellement :

- de non-conformités matérielles affectant un colis. Elles n'ont pas eu de conséquence réelle sur la radioprotection des personnes ou sur l'environnement, mais ont affaibli la résistance du colis (que l'accident survienne ou pas);
- de non-respects des procédures internes conduisant à expédier des colis non-conformes, à des erreurs de livraison ou à des pertes momentanées de colis.

Les inspections menées par l'ASN relèvent également fréquemment de tels écarts. Une plus grande rigueur au quotidien reste donc attendue des expéditeurs et transporteurs.

En ce qui concerne les transports liés au cycle du combustible et, plus généralement, aux INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent encore améliorer les dispositions visant à démontrer que le contenu réellement chargé dans l'emballage est conforme aux spécifications des certificats d'agrément et des dossiers de sûreté correspondants.

Pour les transports effectués avec des colis ne nécessitant pas un agrément de l'ASN, des progrès sont constatés par rapport aux années précédentes, ainsi qu'une meilleure prise en compte des recommandations formulées dans le Guide n° 7 de l'ASN (tome 3). Les améliorations encore attendues portent généralement sur la description des contenus autorisés par type d'emballage, la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport, ainsi que de l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose applicables avec le contenu maximal autorisé.

Alors que les utilisations de radionucléides dans le secteur médical sont à l'origine d'un flux élevé de transports, la connaissance de la réglementation applicable à ces transports et les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis doivent encore progresser. L'ASN estime que la radioprotection des transporteurs de produits radiopharmaceutiques, qui sont notablement plus exposés que la moyenne des travailleurs, devrait être améliorée.



FAITS MARQUANTS

2019

RÉACTEUR EPR DE FLAMANVILLE

Non-conformités des soudures des circuits secondaires principaux	18

ACTUALITÉS DU CONTRÔLE

La protection des centrales nucléaires face aux canicules et aux séismes	20

ACTUALITÉS DU CONTRÔLE

4 ^e visite décennale des réacteurs d'EDF : première à Tricastin	22

POSITION CONJOINTE DE L'ASN ET DE L'ASND

Stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du CEA	23

DÉBAT PUBLIC

Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs	24

ORIENTATIONS DE GESTION

Capacités d'entreposage de combustibles nucléaires usés	26

Non-conformités des soudures des circuits secondaires principaux

Les soudures des tuyauteries constituant les circuits secondaires principaux du réacteur EPR de Flamanville ont fait l'objet d'un nombre particulièrement important d'écarts au cours de leur fabrication. Ces écarts ont conduit à la présence de défauts qui n'ont été détectés que tardivement et à des propriétés mécaniques inférieures à celles prévues. Ces écarts résultent notamment d'une qualification insuffisante des procédés, d'un manque de maîtrise dans leur mise en œuvre et de défaillances de la surveillance par EDF de ses prestataires.

Une partie de ces soudures fait l'objet d'une démarche dite « d'exclusion de rupture », qui suppose des propriétés mécaniques et un niveau de qualité de fabrication particulièrement élevés.

L'ASN avait estimé dès 2018 que la remise en conformité de toutes les soudures devait être privilégiée.

EDF a engagé la remise en conformité des soudures des circuits secondaires principaux, selon des modalités dépendant des circuits concernés et de la nature des écarts.

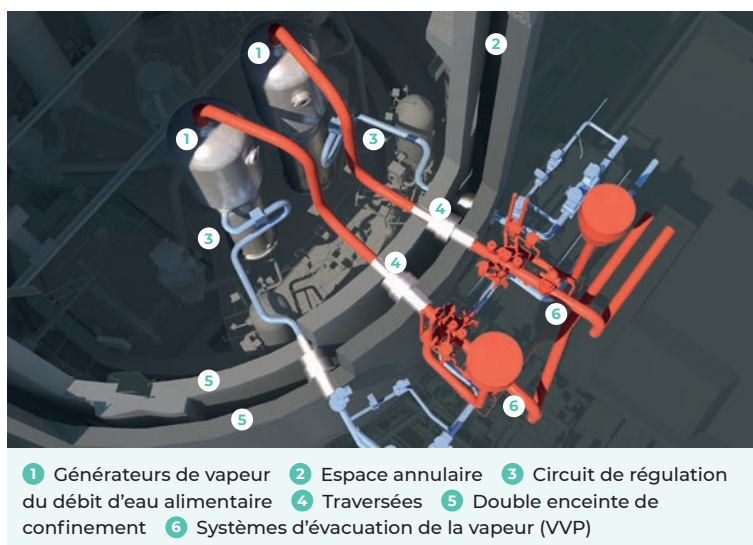
Les soudures des lignes vapeur principales situées au niveau des traversées de l'enceinte de confinement

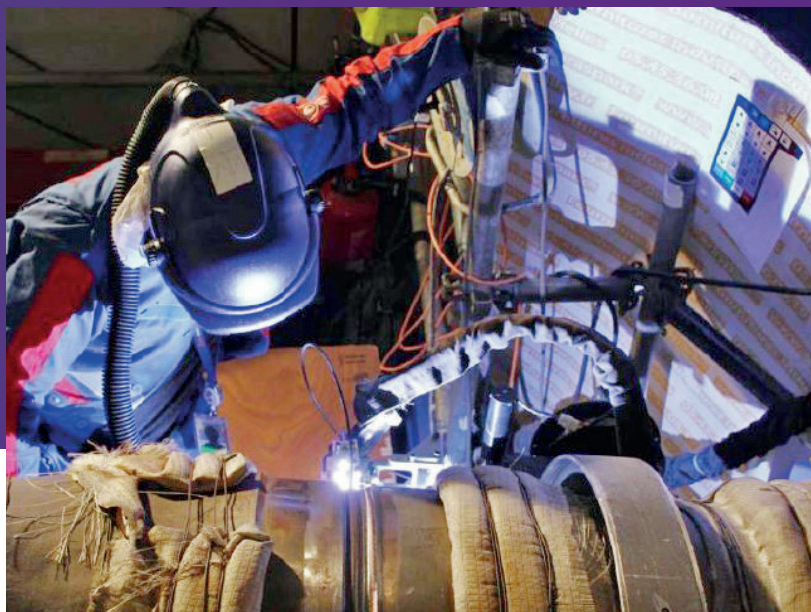
Huit soudures des lignes vapeur principales (circuit VVP) sont situées au niveau de l'espace entre les deux parois de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur, et sont donc difficiles d'accès. EDF avait souhaité pouvoir maintenir en l'état ces soudures, qui font l'objet d'une démarche d'exclusion de rupture, en s'appuyant sur un programme d'essais et un renforcement du suivi en service.

L'ASN, après avoir instruit le dossier d'EDF et consulté son groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires, a considéré que la nature et le nombre particulièrement important des écarts survenus lors de la conception et de la fabrication constituaient un obstacle majeur au maintien en l'état de ces soudures. En juin 2019, l'ASN a indiqué que la réparation avant la mise en service du réacteur constituait la solution de référence.

Trois scénarios de réparation ont alors été étudiés par EDF, sur lesquels l'ASN a fait part de son analyse préliminaire des risques et points

sensibles. En octobre 2019, EDF a retenu en priorité le scénario de réparation par l'intérieur de la tuyauterie, qui nécessite le développement de moyens particuliers d'intervention. La qualification des procédés est en cours, avec une fin des travaux de réparation envisagée par EDF pour le second semestre 2021.





Mise en œuvre du procédé TIG orbital (soudure sur le circuit secondaire principal)

Les autres soudures des lignes vapeur principales

EDF avait décidé en 2018 de remettre en conformité les autres soudures des lignes vapeur principales. Plus de 50 soudures sont à réparer, avec le haut de niveau de qualité exigé par la démarche d'exclusion de rupture.

La qualification des procédés de soudage et la vérification des performances des moyens de contrôles non destructifs sont en cours. Le démarrage des travaux de réparation est prévu en 2020.

Les soudures du circuit d'alimentation en eau des générateurs de vapeur

EDF a engagé en 2018 la réparation des soudures du circuit d'alimentation en eau des générateurs de vapeur (circuit ARE). Six soudures ont été réparées.

Par ailleurs, l'ASN avait demandé en 2018 à EDF de procéder à une revue de la qualité des matériels du réacteur EPR

de Flamanville. Dans ce cadre, EDF a mis en évidence de nouveaux écarts concernant le circuit d'alimentation en eau des générateurs de vapeur. Ces écarts sont en cours de caractérisation, afin de définir leurs modalités de traitement. La revue se poursuivra en 2020.



À SAVOIR

La préparation des opérations de réparation des huit soudures des traversées nécessite des qualifications préalables des procédés de soudage, des contrôles non destructifs et des outillages nécessaires, notamment pour les phases de découpe et de bridage des tuyauteries, ainsi que de traitement thermique des soudures. La qualification du procédé de soudage a été engagée en 2019 et se poursuivra en 2020.

Dans cette optique, EDF et Framatome établissent également, pour chaque soudure, une matrice d'évaluation de sa conformité

par rapport aux exigences du référentiel technique, dont celui associé aux hypothèses d'exclusion de rupture. L'organisme habilité et mandaté par l'ASN pour l'évaluation de la conformité de ces soudures examine leur documentation et la matrice associée et évalue si les conditions requises pour engager leurs réparations sont respectées. En parallèle, l'ASN vérifie que l'ensemble des actions engagées par EDF, le fabricant Framatome et l'organisme constituent un processus robuste pour réaliser les réparations.

La protection des centrales nucléaires face aux canicules et aux séismes

L'année 2019 a été marquée en France par plusieurs épisodes caniculaires et par le séisme du Teil, survenu le 11 novembre 2019. La démonstration de sûreté des réacteurs nucléaires prend en compte ce type d'agressions d'origine naturelle.

Le fonctionnement des réacteurs nucléaires en période de canicule

Les températures auxquelles doivent pouvoir faire face les réacteurs nucléaires considérées dans la démonstration de sûreté sont régulièrement réévaluées, notamment à l'occasion des réexamens périodiques. Ces réévaluations prennent en compte les évolutions climatiques.

Une période de canicule a trois conséquences principales sur le fonctionnement des réacteurs nucléaires.

Le fonctionnement des systèmes de sûreté en période de canicule

En cas d'épisode caniculaire, des équipements de ventilation et de climatisation sont nécessaires pour garantir le fonctionnement des systèmes de sûreté des réacteurs nucléaires.

Depuis les canicules de 2003 et 2006, EDF a renforcé les capacités de ventilation et de climatisation des locaux dans lesquels sont situés les systèmes de sûreté. Ces dispositifs requis en cas de canicule font l'objet d'actions préventives d'entretien, de contrôle et de maintenance. Les règles générales d'exploitation des réacteurs prévoient les conduites à tenir en cas de défaillance de ces équipements. Ces conduites requièrent, en cas de besoin, la mise en œuvre de mesures spécifiques, voire l'arrêt du réacteur.

En complément, EDF prévoit des règles particulières de conduite qui adaptent, entre avril et octobre de chaque année, le niveau de mobilisation des organisations internes en fonction des prévisions météorologiques.

Le refroidissement du réacteur et la gestion des effluents en cas de sécheresse et d'étiage

Les réacteurs nucléaires doivent être refroidis en permanence pour assurer leur sûreté. À cette fin, de l'eau est prélevée dans un cours d'eau ou dans la mer.

Une période de sécheresse peut conduire à une baisse du niveau du cours d'eau et de son débit. L'exploitant doit s'assurer en permanence que ceux-ci restent suffisants pour refroidir les systèmes de sûreté. Ces paramètres sont spécifiques à chaque centrale nucléaire.

Le débit du cours d'eau affecte également la dispersion des effluents liquides issus des réacteurs nucléaires. L'ASN a fixé, pour chaque centrale, une valeur minimale du débit du cours d'eau pour laquelle les rejets d'effluents peuvent être réalisés.

En deçà de ce débit (situation d'étiage), les opérations de rejet d'effluents sont interdites et l'exploitant doit entreposer les effluents produits.

La maîtrise des rejets thermiques

L'eau prélevée dans les cours d'eau ou dans la mer pour refroidir le réacteur est, de manière générale, rejetée à une température plus élevée, soit directement, soit après refroidissement dans des tours aéroréfrigérantes permettant une évacuation partielle de la chaleur dans l'atmosphère.

Dans le cas des centrales nucléaires utilisant un cours d'eau, l'ASN a défini pour chaque site les conditions de rejet de l'eau utilisée pour le refroidissement. Afin de préserver l'environnement, notamment l'écosystème, l'échauffement du cours d'eau dû au fonctionnement de la centrale nucléaire, ainsi que la température de l'eau à son aval sont encadrés par des valeurs limites. En cas de dépassement des valeurs limites, l'exploitant doit réduire la puissance du réacteur ou l'arrêter. Depuis 2006, l'ASN a intégré dans les décisions encadrant les rejets des centrales nucléaires des dispositions visant à définir à l'avance les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires dans des conditions climatiques exceptionnelles conduisant à un échauffement significatif des cours d'eau. Ces dispositions particulières ne sont néanmoins applicables que si la sécurité du réseau électrique est en jeu. Un assouplissement temporaire des valeurs limites des rejets thermiques peut aussi être autorisé par l'ASN, à la demande d'EDF, en cas de besoin du réseau électrique, comme cela a été le cas durant les épisodes caniculaires des étés 2003 et 2006. Dans ce cas, la surveillance de l'environnement est renforcée.

Lors des épisodes caniculaires de 2019, EDF a été amenée à arrêter plusieurs réacteurs et à réduire la puissance de certains autres.



Centrale nucléaire de Cruas-Meyssac

Le dimensionnement des centrales nucléaires face au risque de séisme

Les séismes font partie des risques naturels auxquels les installations nucléaires doivent pouvoir résister. Des dispositions parasismiques sont prises à la conception des installations et reconsidérées tous les 10 ans en fonction de l'évolution des connaissances, à l'occasion des réexamens périodiques.

En France, la caractérisation de l'aléa sismique auquel chaque installation nucléaire de base doit pouvoir faire face est fondée sur une approche déterministe, détaillée dans la règle fondamentale de sûreté 2001-01. Cette règle est complétée par le Guide 2/01 de l'ASN, qui définit les dispositions de conception parasismique des ouvrages de génie civil.

La méthode de caractérisation de l'aléa consiste à :

- déterminer d'abord le « séisme maximal historiquement vraisemblable » (SMHV), qui correspond à une période de retour d'environ 1 000 ans. Ce niveau de séisme peut être considéré comme le plus intense « de mémoire d'homme » recensé dans la région considérée ;
- définir ensuite le « séisme majoré de sécurité » (SMS), qui correspond à une augmentation de la magnitude du SMHV de 0,5 sur l'échelle de Richter. De plus, le SMS est placé forfaitairement, dans la zone sismotectonique à laquelle il appartient, au plus près du site nucléaire.

Le SMS présente donc des marges par rapport au séisme historique recensé dans la région considérée : il est plus intense et il est placé au plus près du site nucléaire. Pour certains sites, la prise en compte des données de paléosismicité⁽¹⁾ peut conduire à compléter les mouvements associés aux SMS.

EDF réévalue tous les 10 ans, à l'occasion des réexamens périodiques de ses installations, le niveau de séisme à prendre en compte dans la démonstration de sûreté. Cette réévaluation est menée au regard de l'évolution des connaissances historiques et des éventuels séismes étant intervenus depuis la dernière réévaluation. Elle conduit régulièrement EDF à renforcer des parties de ses installations.

Par ailleurs, l'ASN peut demander, sans attendre le réexamen périodique, de considérer tout événement qui remettrait en cause les hypothèses retenues pour la conception d'une installation.

Ainsi, l'ASN a demandé à EDF de déterminer, une fois qu'il aura été caractérisé, si le séisme du Teil du 11 novembre 2019 doit conduire à réévaluer le SMHV et donc le SMS des centrales nucléaires de Cruas et du Tricastin. Si tel est le cas, EDF devra déterminer si cette réévaluation doit conduire à renforcer ses installations. L'ASN contrôlera l'ensemble du processus et prendra position sur ce sujet.

Après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a par ailleurs demandé à EDF de vérifier la robustesse de ses centrales nucléaires à un niveau de séisme encore plus important, le « séisme noyau dur » (SND), pour lequel les principales fonctions de sûreté doivent pouvoir être assurées. Les mouvements du sol (accélérations) correspondant au SND doivent être plus importants que ceux du SMS majorés de 50 % et plus importants que ceux des séismes ayant une période de retour de 20 000 ans. Pour répondre à cette exigence, EDF a défini un « noyau dur » de matériels (par exemple, les groupes électrogènes d'ultime secours) résistant au SND, qui sont en cours de déploiement sur ses réacteurs.



À SAVOIR

Le concept de « noyau dur » vise à disposer de structures et équipements résistant à des événements et assurant les fonctions fondamentales pour la sûreté des installations et pour la gestion de crise du site.

1. Une étude de paléosismicité consiste à effectuer des tranchées à travers la trace en surface d'une faille active dans le but d'identifier des séismes ayant affecté la région étudiée.

ACTUALITÉS DU CONTRÔLE

Quatrième visite décennale des réacteurs d'EDF : première à Tricastin

EDF a engagé en 2019 son programme de quatrième visites décennales de ses réacteurs de 900 MWe. Le réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin a ainsi été arrêté du 1^{er} juin au 23 décembre 2019.

Cette visite décennale est l'une des étapes de son quatrième réexamen périodique. Ce réexamen est particulièrement important puisque l'hypothèse initiale prise en compte pour la conception de certains équipements des réacteurs était de 40 années d'exploitation. La prolongation de leur fonctionnement au-delà de cette période nécessite une actualisation des études de conception ou des remplacements de matériels. Ce réexamen est également l'occasion d'achever l'intégration des modifications qui découlent des prescriptions de l'ASN émises à l'issue des études complémentaires de sûreté réalisées à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

L'ASN a associé le public dès 2016 pour l'élaboration de sa position sur les objectifs proposés par EDF. Cette démarche s'est poursuivie en 2018, sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire, sous la forme d'une concertation sur les dispositions prévues par EDF pour répondre à ces objectifs. L'ASN consultera également le public sur la position qu'elle adoptera fin 2020 sur la phase générique du réexamen.

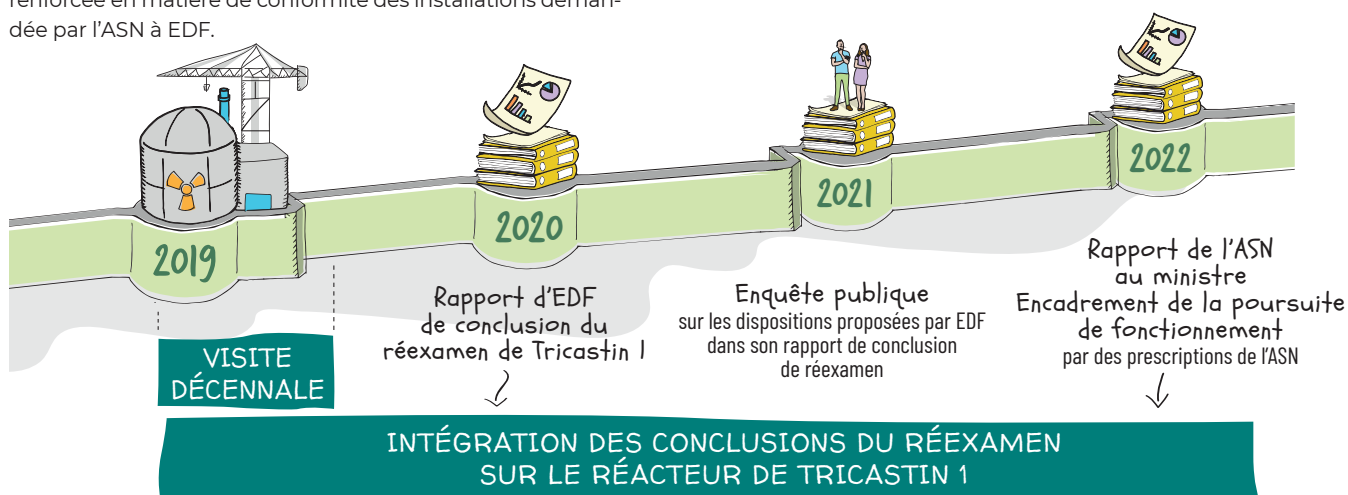
Pendant la visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin, EDF a réalisé des contrôles renforcés de la conformité des matériels importants pour la sûreté et a réalisé les épreuves décennales du circuit primaire et de l'enceinte de confinement. Ces contrôles participent à l'attention renforcée en matière de conformité des installations demandée par l'ASN à EDF.

EDF a également procédé à des modifications de son installation pour en améliorer la sûreté. Ainsi, par exemple, EDF a mis en place un nouveau dispositif de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible et un dispositif d'évacuation de l'énergie de l'enceinte de confinement en cas d'accident avec fusion du combustible. Ces modifications participent à l'atteinte d'objectifs de sûreté qui se rapprochent de ceux des réacteurs de troisième génération.

L'ASN a mis en œuvre un programme d'inspection spécifique avant, pendant et après la visite décennale, qui se traduit par une dizaine d'inspections supplémentaires par rapport à une visite décennale classique.

L'ASN considère que cette visite décennale s'est déroulée de manière plutôt satisfaisante. Elle prendra position sur la poursuite du fonctionnement du réacteur 1 du Tricastin, après l'enquête publique qui sera réalisée en 2021, conformément à la loi.

EDF a mobilisé d'importants moyens humains pour préparer cette visite décennale et la mener à bien. 5 000 intervenants y ont ainsi été associés. Cet effort devra être poursuivi dans la durée, dès 2020 pour la quatrième visite décennale des réacteurs 2 et 4 de la centrale nucléaire du Bugey et jusqu'en 2030 pour celle du dernier réacteur de la centrale nucléaire de Chinon.



POSITION CONJOINTE DE L'ASN ET DE L'ASND

Stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du CEA

En France, près de 40 installations nucléaires du CEA, dans les domaines civil et militaire sont définitivement arrêtées ou en démantèlement. La conception ancienne de ces installations n'avait pas pris en considération le démantèlement ni la gestion des déchets radioactifs selon les exigences actuelles.

Compte tenu du nombre et de la complexité des opérations à réaliser pour l'ensemble des installations nucléaires à démanteler, le CEA a défini des priorités, reposant principalement sur l'analyse des potentiels de danger, afin de diminuer les risques présentés par ces installations. Les opérations les plus prioritaires portent sur certaines installations individuelles de l'installation nucléaire de base secrète (INBS) de Marcoule, ainsi que sur les installations nucléaires de base (INB) situées à Saclay (INB 72) et à Cadarache (INB 56). Un accident dans l'une de ces installations pourrait conduire à des conséquences inacceptables du point de vue de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Dans leur avis du 27 mai 2019, l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire défense (ASND) ont confirmé la pertinence générale, à moyens constants, de la priorisation réalisée par le CEA, compte tenu des moyens alloués par l'État, et du nombre important d'installations nucléaires en démantèlement, nécessitant de lourds investissements (création ou rénovation préalable de moyens de reprise, de conditionnement et d'entreposage des matières et des déchets radioactifs, ainsi que de transports associés) afin que les déchets anciens soient correctement gérés. Cependant, même en l'absence d'aléas et de retard sur les projets considérés comme prioritaires par le CEA, la réduction des risques présentés par ces anciennes installations ne sera pas effective avant au mieux une dizaine d'années. L'ASN et l'ASND s'interrogent notamment sur les moyens humains et financiers prévus pour traiter l'ensemble des situations présentant les enjeux de sûreté ou les nuisances pour l'environnement les plus importants dans les 10 ans à venir. Un effort d'investissement spécifique, ainsi que la constitution d'unités d'ingénierie et le renforcement des équipes de sûreté dédiées à ces projets semblent nécessaires.

L'avancement des projets nécessitera un renforcement de la capacité de pilotage exercé par le CEA, et un contrôle rigoureux et transparent par les services de l'État des actions du CEA, en matière de coûts, délais et efficacité.

Concernant les installations de priorité moindre, le CEA s'oriente, du fait des limites de ses moyens humains et financiers, vers un démantèlement « en deux temps » de chaque installation. Dans un premier temps, il sera procédé à l'évacuation du maximum du potentiel de danger. Dans un second temps, à l'issue d'une période d'interruption pouvant être longue, aura lieu l'achèvement des opérations de démantèlement des installations.

Les opérations qui en découlent relatives à la surveillance, l'entretien et l'exploitation nécessaires pour maintenir ces installations dans un état de sûreté suffisant, une fois le potentiel de danger évacué, et ce pendant des décennies jusqu'à leur déclassement, feront augmenter de manière significative le coût à terme du démantèlement de l'ensemble des installations du CEA. **De plus, le démantèlement prioritaire des installations à forts enjeux de sûreté induira, pour les autres installations dont le démantèlement serait différé, la modification d'exigences réglementaires déjà édictées.**

Une communication vers le public de l'état d'avancement de l'ensemble du programme devra être régulièrement réalisée.



À SAVOIR

Le CEA a exploité ces installations, certaines depuis les années 1950, dans un contexte où « de pressantes nécessités d'ordre national et international obligeaient à prendre les mesures nécessaires pour que la France puisse tenir sa place dans le domaine des recherches concernant l'énergie atomique. »

Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

La loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs a institué l'élaboration, tous les 3 ans, d'un Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR).

Le PNGMDR est préparé par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGECL) du ministère de la Transition écologique et solidaire et par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), sur la base des travaux menés au sein d'un groupe de travail pluraliste comprenant notamment des producteurs de déchets radioactifs, des exploitants d'installations de gestion de ces déchets, des autorités d'évaluation et de contrôle et des associations de protection de l'environnement.

Concrètement, le PNGMDR dresse un état des lieux détaillé des modalités de gestion des matières et des déchets radioactifs, que la filière soit opérationnelle ou à mettre en œuvre, puis formule des recommandations ou fixe des objectifs. L'ASN y a contribué par sept avis rendus en 2016, dont les principales orientations ont été intégrées dans la version 2016-2018 du PNGMDR. Le décret et l'arrêté du 23 février 2017 ont fixé les prescriptions et les études à mener au cours des prochaines années. Ces études sont au nombre de 83, chacune avec un ou plusieurs pilotes et une échéance de réalisation.

La démarche similaire d'élaboration pluraliste sera appliquée pour la 5^e édition du PNGMDR, qui a été précédée, pour la première fois, d'un débat public. En effet, conformément à l'ordonnance du 3 août 2016, la DGECL et l'ASN ont saisi la Commission nationale du débat public (CNDP) sur les modalités d'organisation de la participation du public pour l'élaboration de ce prochain plan. La CNDP a décidé d'organiser un débat public sur le plan.

L'ASN et la DGECL ont élaboré, en lien avec la Commission particulière du débat public (CPDP), un « dossier du maître d'ouvrage », qui présentait les principaux éléments du PNGMDR et identifiait les principaux enjeux en vue de la rédaction du prochain plan :

- les enjeux de valorisation des matières radioactives entreposées,
- les capacités d'entreposage des combustibles usés,
- l'importance des volumes de déchets de très faible activité (TFA) attendus lors du démantèlement,
- la gestion de la diversité des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL),
- la mise en œuvre d'un stockage géologique profond.

De plus, la CPDP a réalisé, en amont du débat, un dossier de « clarification de controverses » visant à apporter au public non spécialiste les différences d'argumentations exprimées par des experts ou des organismes institutionnels, sur des questions relevant du plan.

L'ASN et la DGECL ont participé au débat afin de présenter les enjeux et répondre aux questions du public. Les représentants institutionnels (exploitants nucléaires, associations, commissions locales d'information, experts) étaient souvent présents en nombre. L'ASN constate, comme la CPDP, que la participation du grand public était réduite. Sur la plateforme participative ont été reçus 86 questions, 442 avis, 62 cahiers d'acteur et 22 contributions. Parmi les 86 questions reçues, 69 ont été adressées à l'ASN et la DGECL, qui y ont apporté des réponses.

L'ASN note la diversité des sujets dont les participants du débat se sont préoccupés. En particulier, une grande partie des questions ont porté sur le projet Cigéo, la valorisation effective des substances radioactives qualifiées de matières ou le provisionnement des charges si ces matières étaient finalement sans usage, ainsi que la gestion des déchets TFA, thèmes déjà identifiés parmi les cinq enjeux du débat dans le dossier des maîtres d'ouvrage. D'autres sujets ont été évoqués par le public, comme le retraitement des combustibles usés, la séparation-transmutation des radionucléides, la gouvernance de la gestion des matières et déchets radioactifs, les impacts environnementaux et sanitaires de la gestion des déchets, les transports, ou le recours à l'énergie nucléaire.

La CNDP et la CPDP ont présenté les conclusions qu'elles tirent de ce débat dans un compte-rendu et un bilan transmis le 25 novembre 2019. Sur chacun des thèmes identifiés par l'ASN et la DGECL, la CPDP conclut que le débat a permis de clarifier les options en présence et leurs enjeux. D'autres sujets ont par ailleurs été soulevés au cours du débat public. Ainsi, la gestion de catégories particulières de déchets, tels que ceux issus de la conversion de l'uranium, les déchets historiques et les déchets miniers, les transports, la santé, l'économie et les impacts territoriaux ont fait l'objet d'une attention particulière du public. Par ailleurs, la durée du plan, fixée par la loi à trois ans, est apparue trop courte et peu cohérente avec la nature des enjeux, comme avec les échéances d'autres plans qui lui sont liés.



Réunion publique du débat public sur le PNGMDR à Tours – 2019

L'ASN estime que le débat a permis d'expliciter certaines controverses techniques, de préciser les attentes du public et des acteurs du nucléaire, et d'éclairer les maîtres d'ouvrage en vue de l'élaboration du prochain PNGMDR. La ministre de la Transition écologique et solidaire et l'ASN ont communiqué, le 21 février 2020, les suites qu'elles envisagent de donner au débat :

- la transparence et le contrôle des conditions de valorisation des matières radioactives seront renforcées, et la caractérisation des enjeux liés au retraitement des combustibles usés sera poursuivie ;
- les actions d'anticipation de la saturation des capacités d'entreposage des combustibles usés, ainsi que la caractérisation des enjeux liés à l'entreposage à sec, seront approfondies ;
- les orientations du précédent plan concernant la gestion des déchets TFA, notamment l'étude de solutions de valorisation et la recherche de solutions de stockage complémentaires, seront réaffirmées ;
- des modalités de gestion adaptées à la diversité des déchets FA-VL seront étudiées ;
- les enjeux transverses pour lesquels le public a exprimé un intérêt, tels que les impacts sanitaires et environnementaux, les enjeux territoriaux, les modalités de transport et les aspects économiques, seront davantage développés dans le prochain plan ;
- la définition des conditions de mise en œuvre de Cigéo seront précisées, et la recherche et développement sur les alternatives de gestion sera poursuivie ;
- l'articulation du PNGMDR avec d'autres politiques de gestion, telles que la programmation pluriannuelle de l'énergie, sera renforcée ;
- le PNGMDR sera recentré sur des orientations stratégiques.

Les avis de l'ASN sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs seront élaborés au regard de ces orientations.

La rédaction du 5^e plan, son évaluation environnementale stratégique et la consultation du public auront lieu en 2020 et au début de l'année 2021. Le plan sera ensuite rendu public et transmis pour avis à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.



À SAVOIR

Le débat s'est déroulé du 17 avril au 25 septembre 2019, selon des modalités pratiques variées :

- 6 réunions généralistes dans des grandes métropoles,
- 14 rencontres thématiques sur les territoires concernés,
- 2 « cafés philo » axés sur une approche éthique de la gestion des matières et déchets radioactifs,
- une table ronde sur la question de la confiance et défiance ressentie par le public à l'égard des décisions prises ou envisagées,
- des stands d'information et d'échange dans plusieurs villes de France,
- une plateforme participative en ligne permettant d'exprimer un avis, de commenter ceux déjà exprimés, de poser une question au maître d'ouvrage et, pour les personnes morales, de déposer un cahier d'acteur.

Parallèlement à ces modalités de participation ouvertes à tous, la CPDP a mis en place des dispositifs innovants :

- un « groupe miroir » constitué de 14 personnes tirées au sort a élaboré une contribution commune sur le thème « Que nous a-t-on légué et que léguerons-nous à nos enfants ? » ;
- un « atelier de la relève » a réuni des étudiants issus de formations variées pour explorer comment la gestion des déchets radioactifs peut être éclairée par différentes disciplines.

Capacités d'entreposage de combustibles nucléaires usés

L'ASN souligne la nécessité pour la France de se doter de capacités d'entreposage de combustibles usés, et la nécessité d'engager sans retard la préparation de ces projets. Elle a rendu en 2019 son avis sur les options de sûreté du projet de piscine d'entreposage centralisé présenté par EDF.

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales produisant de l'électricité, son entreposage et son retraitement après irradiation constituent le « cycle du combustible nucléaire ». L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion de ce combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté.

Des besoins identifiés

L'ASN avait identifié, dès 2010, le besoin de disposer de nouvelles capacités d'entreposage de combustibles usés aux alentours de 2030. Ces besoins sont, au regard des flux actuels, principalement expliqués par le fait que les combustibles issus d'un premier retraitement, dénommés MOX, une fois usés, ne sont pas retraités.

Un projet d'EDF, une analyse de l'ASN

EDF a sollicité, en 2017, l'avis de l'ASN sur les options de sûreté d'un projet de piscine d'entreposage centralisé de combustibles usés. Il vise à entreposer 10 000 tML (tonnes de métal lourd) dans deux bassins d'entreposage. EDF n'a pas défini, dans ce dossier, de site pour l'implantation de l'installation. L'ASN a rendu son avis sur ce projet le 23 juillet 2019 et considère que les objectifs généraux de sûreté et les options de

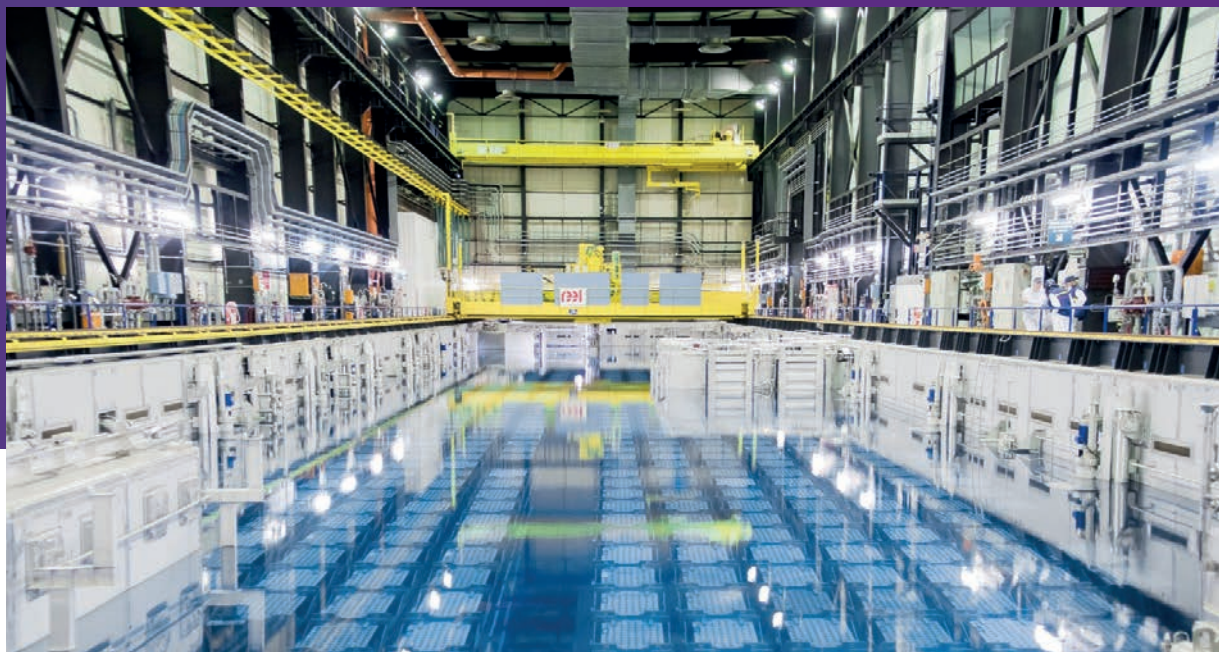
Ce contrôle porte sur :

- les évolutions ou les dysfonctionnements anticipables à l'échelle de la décennie dans les installations et les transports impliqués, au sujet desquels l'ASN se prononce tous les 10 ans sur la « cohérence du cycle du combustible » ;
- les perspectives, à l'échelle du siècle, de gestion des matières et des déchets radioactifs, pour lesquelles l'ASN et la DGEC mettent à jour périodiquement le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR).

Ce besoin ayant été confirmé dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, le gouvernement a prescrit à EDF le dépôt de demandes en vue d'étendre ces capacités⁽¹⁾, en particulier une demande d'autorisation qui doit être déposée fin 2020 par EDF.

conception retenues sont satisfaisants. Des justifications complémentaires seront cependant nécessaires, notamment concernant la conception et la maîtrise de la fabrication pour garantir, sur la durée, l'étanchéité de la piscine, ainsi que les niveaux d'aléas retenus pour les agressions externes, notamment les chutes d'avions, une fois le site d'implantation de l'installation choisi.

1. L'article 10 de l'arrêté du 23 février 2017 établissant des prescriptions du PNGMDR prescrit à EDF de transmettre « avant le 31 décembre 2020 auprès du ministre chargé de la sûreté nucléaire une demande d'autorisation de création pour une nouvelle installation d'entreposage de combustibles usés, ou une demande de modification substantielle s'il s'agit de l'extension d'une installation existante. »



Piscine d'entreposage de combustibles de La Hague

Des besoins confirmés à anticiper

Le débat public sur le PNGMDR qui a eu lieu en 2019 a permis de confirmer le besoin de nouvelles capacités d'entreposage de combustible usé autour de 2030 et la cohérence du choix d'un entreposage « sous eau » avec la stratégie de retraitement. Ce choix serait aussi compatible avec un stockage direct des combustibles.

De manière générale, l'ASN souligne le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du cycle du combustible, afin que ces évolutions puissent être conçues et réalisées dans des conditions de sûreté et de radioprotection satisfaisantes. Il s'agit, par exemple, de s'assurer que, compte tenu des délais incompressibles de développement des projets industriels, les besoins de création de nouvelles installations d'entreposage de combustibles usés, ou encore d'emballages de transport, sont suffisamment anticipés.

L'ASN estime donc qu'il importe qu'EDF poursuive sans retard son projet de création de nouvelles capacités d'entreposage centralisé.

À plus long terme, compte tenu de l'arrêt prévisible des réacteurs de 900 MWe qui sont les plus anciens et sont les seuls à ce jour à utiliser du combustible MOX, il convient soit :

- de disposer de nouvelles capacités d'entreposage très significativement supérieures au volume actuel et projeté ;
- de pouvoir utiliser du combustible MOX dans d'autres réacteurs que ceux de 900 MWe.

Ces options nécessitent, pour leur étude et leur mise en œuvre, des délais de l'ordre de la décennie. L'ASN demande donc dès maintenant aux industriels d'étudier ces deux options.



À SAVOIR

Le combustible MOX est un combustible nucléaire à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium. Son utilisation dans des réacteurs nucléaires de production d'électricité a débuté à l'étranger dans les années 1970. Il est utilisé en France depuis 1987.

En 2017, sur les 58 réacteurs français, 22 réacteurs nucléaires de 900 MWe d'EDF utilisent ce combustible. 24 réacteurs sont autorisés à l'utiliser. En France, le combustible MOX utilise exclusivement du plutonium civil, extrait du combustible irradié.

ACTUALITÉS RÉGLEMENTAIRES

L'année 2019 a été marquée par une actualité normative importante.

Plus particulièrement, le [décret n° 2019-190 du 14 mars 2019](#) publié au *Journal Officiel* du 16 mars 2019 codifie les dispositions applicables aux installations nucléaires de base (INB), au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire.

Ce décret a donné lieu à une large concertation avec les parties prenantes et le public entre septembre 2017 et janvier 2018. Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques (CSPRT) puis l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ont rendu leur avis respectivement les 13 mars et 21 juin 2018. Il est entré en vigueur le 1^{er} avril 2019.

Par ailleurs, plusieurs arrêtés et décisions de l'ASN appelés par les décrets⁽¹⁾ de transposition de la [directive n° 2013/59/Euratom](#) du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants ont été publiés en 2019.

Enfin, l'actualité internationale a été marquée par la révision du règlement du transport des matières radioactives de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

1. Les actualités nationales

1.1 Les lois

• La [loi n° 2019-773 du 24 juillet 2019](#) portant création de l'Office français de la biodiversité et de la chasse, modifiant les missions des fédérations des chasseurs et renforçant la police de l'environnement

Les articles 4, 6 et 22 de cette loi modifient les dispositions du «tronc commun des polices de l'environnement» (issu de la refonte de ces polices par l'ordonnance n° 2012-34 du 11 janvier 2012) au vu de l'expérience acquise depuis 2012 et procèdent à des adaptations du cadre procédural dans lequel les agents chargés du contrôle exercent leurs missions de polices administrative et judiciaire, avec l'objectif de renforcer le pouvoir de police de ces agents et d'améliorer l'efficacité des services de contrôle.

Les inspecteurs de l'ASN peuvent utiliser les nouvelles prérogatives créées par la loi du 24 juillet 2019 puisque, depuis l'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire, les inspecteurs de la sûreté nucléaire et les inspecteurs de la radioprotection exercent leur mission de contrôle dans le cadre des règles procédurales du «tronc commun des polices de l'environnement» prévues par les dispositions des [articles L. 171-1 et suivants du code de l'environnement](#).

À titre d'illustration, dans le domaine pénal, les inspecteurs de l'ASN peuvent désormais, sur autorisation du procureur de la République, requérir pour des examens techniques ou scientifiques, des personnes qualifiées, ou encore, requérir de toute personne, de tout établissement ou organisme privé ou public ou de toute administration publique des informations intéressant l'enquête, y compris celles issues d'un système informatique ou d'un traitement de données nominatives, sans que puisse leur être opposée, sans motif légitime, l'obligation au secret professionnel. Par ailleurs, sur autorisation du procureur de la République, les noms et prénoms des personnes apparaissant dans les copies des procès-verbaux, à l'exception de ceux du contrevenant, pourront être effacés lorsque ces mentions sont susceptibles de mettre en danger la vie ou l'intégrité physique de ces personnes ou celles de leurs proches.

Lors des contrôles administratifs qu'ils réalisent, les inspecteurs peuvent, comme c'était déjà le cas dans les enquêtes de police judiciaire, prélever ou faire prélever des échantillons en vue d'analyses ou d'essais. Les nouvelles dispositions permettent à l'ASN de prendre

des mesures (astreinte, par exemple) afin de garantir la complète exécution des mesures de coercition destinées à contraindre un responsable d'activité à régulariser sa situation et à déposer une déclaration ou une demande d'autorisation ou d'enregistrement.

• La [loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019](#) relative à l'énergie et au climat

L'article 1 de cette loi modifie notamment la date de l'atteinte de l'objectif de la part de production d'électricité d'origine nucléaire de 50 %, en la portant de 2025 à 2035. Le décret relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie qui devrait paraître en 2020 détaillera notamment les modalités et dispositions pour atteindre cet objectif.

L'article 31 de cette loi modifie l'article L. 122-1 du code de l'environnement. Aux termes de cet [article L. 122-1 du code de l'environnement](#) modifié, «l'autorité environnementale» et «l'autorité en charge de l'examen au cas par cas» pour déterminer si le projet doit être soumis à évaluation environnementale sont distinctes.

Le V bis (nouveau) de l'article L. 122-1 du code de l'environnement précise que cette «*autorité en charge de l'examen au cas par cas et l'autorité environnementale ne doivent pas se trouver dans une position donnant lieu à un conflit d'intérêts*».

Toutefois, rien n'est modifié pour les installations nucléaires de base. En effet, depuis la [loi n° 2018-727 du 10 août 2018](#) (loi ESSOC), en application du deuxième alinéa du IV de l'article L. 122-1, l'ASN est l'autorité chargée de déterminer si les projets de «modifications notables» susceptibles d'avoir des «incidences négatives notables» sur l'environnement doivent être soumis à évaluation environnementale.

Par ailleurs, afin de sécuriser les plans et programmes soumis à évaluation environnementale systématique ou au cas par cas, un nouvel [article L. 191-1 du code de l'environnement](#) (créé par la loi du 8 novembre 2019) donne au juge administratif la faculté, lorsqu'il constate qu'une illégalité entachant l'un de ces actes est susceptible d'être régularisée et à condition qu'il ait constaté que les autres moyens ne sont pas fondés, de surseoir à statuer pour permettre à l'autorité administrative de procéder à cette régularisation, afin d'éviter de prononcer une annulation.

1. Décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire et décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants.

1.2 Les décrets et les arrêtés

1.2.1 La radioprotection

TEXTES PRIS EN APPLICATION DU CODE DE LA SANTÉ PUBLIQUE

Le radon

• **L'arrêté du 20 février 2019** relatif aux informations et aux recommandations sanitaires à diffuser à la population en vue de prévenir les effets d'une exposition au radon dans les immeubles bâtis a vocation à constituer un outil pour les acteurs institutionnels chargés de mener des actions de sensibilisation sur le risque lié au radon. Il concerne en priorité les élus et les habitants des communes à potentiel radon significatif, telles qu'identifiées dans l'**arrêté du 27 juin 2018** portant délimitation des zones à potentiel radon du territoire français. L'information sur l'origine et les effets sanitaires du radon est complétée de recommandations sur les actions à mettre en œuvre en fonction du niveau d'exposition mesuré dans l'habitat. L'ASN est l'une des autorités désignées par le ministre chargé de la radioprotection pour [diffuser ces informations](#) et recommandations sanitaires au public.

• **L'arrêté du 26 février 2019** relatif aux modalités de gestion du radon dans certains établissements recevant du public et de diffusion de l'information auprès des personnes qui fréquentent ces établissements complète le corpus réglementaire relatif à la gestion des situations de dépassements du niveau de référence du radon, fixé à 300 Bq/m³ (becquerels par mètre cube), dans les établissements recevant du public (ERP). Il précise notamment les actions à mettre en œuvre, de manière progressive et adaptée à la situation rencontrée. L'arrêté définit également le contenu de l'affichage de la concentration de radon à l'entrée des ERP concernés afin de porter cette information à connaissance des publics les fréquentant.

Les eaux destinées à la consommation humaine

Un contrôle sanitaire de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) est mis en œuvre par les agences régionales de santé (ARS) pour s'assurer que ces eaux respectent les références de qualité réglementaires et ne présentent pas de risque pour la santé des consommateurs. **L'arrêté du 11 janvier 2019** modifiant l'**arrêté du 5 juillet 2016** relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'**arrêté du 19 octobre 2017** relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux vise notamment à mutualiser la procédure d'agrément des laboratoires qui mesurent la radioactivité dans les EDCH et les eaux minérales naturelles au titre du contrôle sanitaire. Cet agrément, délivré par le ministre chargé de la santé, est conditionné, depuis le 1^{er} avril 2019, à l'obtention préalable d'un agrément au titre du [réseau national de mesures de la radioactivité dans l'environnement](#), délivré par l'ASN mentionné à l'[article R. 1333-25 du code de la santé publique](#).

TEXTES PRIS EN APPLICATION DU CODE DU TRAVAIL

• **L'arrêté du 26 juin 2019** relatif à la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants fixe les modalités et les conditions de mise en œuvre des dispositions de l'[article R. 4451-64 à R. 4451-72 du code du travail](#), notamment :

- la mise en œuvre de la surveillance dosimétrique individuelle des travailleurs exposés à un risque dû aux rayonnements ionisants ;
- la déclaration auprès du système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (Siseri) ;
- la communication à Siseri des résultats de la surveillance dosimétrique individuelle ;
- l'accès aux résultats de la surveillance dosimétrique individuelle et de rectification éventuelle par le médecin du travail ;
- l'accréditation des organismes de dosimétrie, des laboratoires de biologie médicale et des services de santé au travail chargés de la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants prévue à l'[article R. 4451-65 du code du travail](#).

Cet arrêté entrera en vigueur le 1^{er} juillet 2020. À cette date, l'arrêté du 17 juillet 2013 relatif à la carte de suivi médical et au suivi dosimétrique des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants et l'arrêté du 21 juin 2013 relatif aux conditions de délivrance du certificat et de l'agrément pour les organismes en charge de la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants seront abrogés.

TEXTES PRIS EN APPLICATION DU CODE DU TRAVAIL ET DU CODE DE LA SANTÉ PUBLIQUE

• **L'arrêté du 18 décembre 2019** relatif aux modalités de formation de la personne compétente en radioprotection et de certification des organismes de formation et des organismes compétents en radioprotection définit les modalités d'exercice du conseiller en radioprotection mentionné aux [articles R. 4451-126 du code du travail](#) et [R. 1333-18 du code de la santé publique](#), qu'il soit une personne compétente en radioprotection ou un organisme compétent en radioprotection.

Cet arrêté entrera en vigueur le 1^{er} juillet 2020 avec des dispositions transitoires jusqu'au 1^{er} juillet 2021. Il abroge l'arrêté du 6 décembre 2013 relatif aux modalités de formation de la personne compétente en radioprotection et de certification des organismes de formation ainsi que l'arrêté du 24 novembre 2009 portant homologation de la décision n° 2009-DC-0147 de l'ASN du 16 juillet 2009 fixant les conditions d'exercice des fonctions d'une personne compétente en radioprotection externe à l'établissement à compter du 1^{er} juillet 2021.

1.2.2 Les installations nucléaires de base

• **Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019** relatif aux installations nucléaires de base et à la transparence en matière nucléaire Les évolutions législatives introduites dans le [régime des INB](#) par la loi TECV n° 2015-992 du 17 août 2015, par l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire et, concernant l'ASN, par la [loi n° 2017-55 du 20 janvier 2017](#) portant statut général des autorités administratives indépendantes et des autorités publiques indépendantes imposent des modifications des dispositions réglementaires.

Après que le décret n° 2016-846 du 28 juin 2016 a précisé les dispositions relatives aux régimes des modifications et du démantèlement des INB et des règles relatives à la sous-traitance, le [décret n° 2019-190 du 14 mars 2019](#) a précisé les dispositions relatives aux commissions locales d'information (CLI), au renouvellement du collège de l'ASN, à la commission des sanctions de l'ASN, à la tierce expertise et à la transpositions des directives IED et Seveso pour les INB.

À cette occasion, le ministre chargé de la sûreté nucléaire a choisi de procéder à la codification de l'ensemble des dispositions réglementaires en vigueur.

• **L'arrêté du 7 février 2012** fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (« arrêté INB »)

Des travaux de révision de cet arrêté ont été engagés en 2019 et seront poursuivis en 2020 sur la base d'un retour d'expérience d'une application de l'arrêté depuis 6 ans. En 2019, l'ASN a commencé d'exploiter les observations et propositions de modification des exploitants. Ensuite, l'ensemble des parties prenantes seront consultées sur le projet d'arrêté modificatif.

1.2.3 La sécurité des sources radioactives

• **L'arrêté du 29 novembre 2019** relatif à la protection des sources de rayonnements ionisants et des lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance a été publié au *Journal Officiel* du 11 décembre 2019. Cet arrêté clarifie les dispositions de protection des sources de rayonnements ionisants ou lots de sources radioactives à mettre en place contre

Codification et actualisation des décrets relatifs aux installations nucléaires de base et à la transparence en matière nucléaire

Le [décret n° 2019-190 du 14 mars 2019](#) constitue la partie réglementaire du [code de l'environnement](#) relative notamment à l'ASN, aux INB, au transport de substances radioactives et au régime de contrôle et de sanction de ces installations et activités.

Le décret codifie et met à jour les décrets suivants :

- décret n° 2007-830 du 11 mai 2007 modifié relatif à la nomenclature des INB ;
 - décret n° 2007-831 du 11 mai 2007 fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire ;
 - décret n° 2007-1368 du 19 septembre 2007 relatif à la mise à disposition à temps partiel de certains fonctionnaires de l'État auprès de l'ASN ;
 - décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié, relatif aux INB et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives ;
 - décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007 relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire ;
 - décret n° 2008-251 du 12 mars 2008 modifié relatif aux commissions locales d'information (CLI) auprès des INB ;
 - décret n° 2008-1108 du 29 octobre 2008 relatif à la composition du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) ;
 - décret n° 2010-277 du 16 mars 2010 relatif au HCTISN.
- En outre, le décret modifie les procédures réglementaires relatives aux INB actuellement régies par le [décret du 2 novembre 2007](#) dit « procédures INB » afin, notamment, de les articuler avec les nouvelles exigences réglementaires liées à l'évaluation environnementale des projets, résultant de l'[ordonnance du 3 août 2016](#) et de son [décret d'application du 11 août 2016](#) qui transposent la [directive 2011/92/UE](#) du Parlement européen

et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement telle que modifiée par la [directive 2014/52/UE](#) du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014.

Par ailleurs, le décret :

- complète les dispositions relatives aux CLI en application de l'article 123 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte ([TECV](#)) du 17 août 2015, dans le but notamment d'inclure dans les CLI concernées des membres issus d'États étrangers si le site de l'INB est localisé dans un département frontalier ;
- définit les modalités de renouvellement du collège de l'ASN, à l'exception de son président, par moitié tous les trois ans en application de la [loi n° 2017-55 du 20 janvier 2017](#) portant statut général des autorités administratives indépendantes et des autorités publiques indépendantes ;
- définit le fonctionnement de la commission des sanctions de l'ASN instituée par l'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire et préciser les procédures donnant lieu à des amendes administratives ;
- clarifie le régime applicable aux INB comportant des équipements ou installations relevant de la [directive 2010/75/UE](#) du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (dite « directive IED »), ainsi que le régime des INB relevant de la [directive 2012/18/UE](#) du 4 juillet 2012 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances (dite « directive SEVESO 3 ») en application de l'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016 précitée portant diverses dispositions en matière nucléaire.

des actes malveillants, tant dans les installations que lors de transports. Cet arrêté, auquel l'ASN a activement contribué et qui est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2020 :

- s'inscrit dans la stratégie gouvernementale de sécurité nationale, en particulier contre les menaces radiologiques ;
- s'inspire des recommandations émises par l'AIEA, qui sont déjà mises en œuvre dans d'autres pays, notamment en Europe ;
- retient une approche graduée, les dispositions organisationnelles ou techniques étant d'autant plus renforcées que la ou les sources à protéger sont plus dangereuses ;
- comporte des dispositions transitoires, allant jusqu'à 2 ans, permettant aux établissements ou transporteurs concernés de définir, planifier puis mettre en œuvre ces nouvelles exigences.

1.3 Les décisions de l'ASN

1.3.1 La radioprotection

[Décision n° 2018-DC-0649 de l'ASN du 18 octobre 2018](#) définissant, en application du 2° de l'article R. 1333-109 et de l'article R. 1333-110 du code de la santé publique, la liste des activités nucléaires soumises au régime de déclaration et les informations qui doivent être mentionnées dans ces déclarations

Cette décision a étendu le champ des activités soumises à déclaration, en y intégrant notamment certaines activités mettant en œuvre des sources radioactives scellées, et fixé les modalités génériques à respecter pour que l'activité ou l'équipement puisse bénéficier de ce régime.

Les activités concernées sont regroupées en quatre grands domaines :

- des activités nucléaires impliquant des dispositifs à finalité médicale ;
- des activités nucléaires des domaines industriel, vétérinaire ou de la recherche impliquant des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants ;
- des activités nucléaires des domaines industriel ou de la recherche impliquant des sources radioactives scellées ou appareils en contenant ;
- des activités exercées par des tiers liées à l'assainissement de sites et sols pollués par des substances radioactives.

Par ailleurs, cette décision abroge les anciennes décisions concernant le régime de déclaration (décisions n° 2009-DC-0146, n° 2009-DC-0148, n° 2009-DC-0162, n° 2011-DC-0252, n° 2015-DC-0531).

La décision est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2019. Les autorisations existant avant cette date tiennent lieu, jusqu'à leur échéance et en l'absence de modification de l'activité nucléaire, de la déclaration prévue par la décision.

[Décision n° 2019-DC-0660 de l'ASN du 15 janvier 2019](#) fixant les obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale mettant en œuvre des rayonnements ionisants

Cette décision définit les obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale mettant en œuvre des rayonnements ionisants, c'est-à-dire en médecine nucléaire à finalité diagnostique, en radiologie dentaire et conventionnelle, en scanographie et pour les pratiques interventionnelles radioguidées. Elle oblige le responsable de l'activité nucléaire à établir un système de gestion de la qualité et apporte des précisions :

- sur les processus, procédures et instructions de travail associés à la mise en œuvre opérationnelle des deux principes généraux

de la radioprotection, la justification des actes et l'optimisation des doses ;

- sur le processus de retour d'expérience, en renforçant l'enregistrement et l'analyse des événements susceptibles de conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes lors d'un acte d'imagerie médicale.

Cette décision permet de proportionner le système de gestion de la qualité aux risques radiologiques inhérents aux activités d'imagerie médicale et aux enjeux de radioprotection.

Décision n° 2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques associés

Cette décision actualise et précise les modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrés aux patients lors des actes d'imagerie médicale, afin de favoriser leur maîtrise. Elle met à jour les niveaux de référence diagnostique (NRD) pour les actes en radiologie dentaire et conventionnelle, en scanographie, ainsi que les actes de médecine nucléaire. Pour la première fois, des NRD ont également été établis pour certaines pratiques interventionnelles radioguidées.

Elle précise les modalités de recueil des données, confirme la nécessité de l'analyse des valeurs dosimétriques recueillies en vue d'optimiser les doses délivrées aux patients, et rappelle l'obligation d'envoi à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) des données ainsi recueillies et analysées. Lorsque les NRD sont dépassés, en dehors des situations particulières justifiées, le réalisateur de l'acte met en œuvre les actions nécessaires pour renforcer l'optimisation.

Décision n° 2019-DC-0669 de l'ASN du 11 juin 2019 modifiant la décision n° 2017-DC-0585 de l'ASN du 14 mars 2017 relative à la formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales

Cette décision du 11 juin 2019 modifie principalement les modalités d'entrée en vigueur de la décision du 14 mars 2017 (article 15), en imposant l'application :

- des guides professionnels dans un délai de 6 mois après leur approbation ;
- dès le lendemain de la publication de l'arrêté d'homologation, en l'absence de guide professionnel approuvé, les articles de la décision portant sur les objectifs pédagogiques et les modalités de la formation pour chaque profession ou domaine d'activité concernés, les compétences des formateurs et les organismes de formation.

1.3.2 Les installations nucléaires de base

Décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des installations nucléaires de base

Cette décision est entrée entièrement en vigueur le 1^{er} juillet 2019. Les modifications notables recouvrent les changements apportés par l'exploitant :

- aux systèmes, structures et composants de l'installation, à leurs modalités d'exploitation autorisées, aux éléments ayant conduit à son autorisation ou à son autorisation de mise en service, ou le cas échéant à ses conditions de démantèlement ;
- et susceptibles d'affecter la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement.

Cette décision précise les critères permettant de distinguer les modifications notables devant être soumises à autorisation de l'ASN de celles soumises à déclaration auprès d'elle. Elle définit par ailleurs les exigences applicables à la gestion des modifications notables, notamment les modalités de contrôle interne que doivent mettre en œuvre les exploitants.

La décision de l'ASN confirme la responsabilité des exploitants pour la gestion des modifications notables de leurs installations, tout en veillant à ce qu'ils s'appuient sur une organisation adaptée, et renforce la cohérence d'ensemble du dispositif, en proportionnant

d'avantage le contrôle exercé par l'ASN aux enjeux de chaque modification.

Par ailleurs, cette décision abroge :

- la décision n° 2008-DC-0106 de l'ASN du 11 juillet 2008 relative aux modalités de mise en œuvre de systèmes d'autorisation interne dans les installations nucléaires de base (au 1^{er} janvier 2018) ;
- la décision n° 2013-DC-0352 de l'ASN du 18 juin 2013 relative à la mise à disposition du public des dossiers de projets de modifications prévue à l'article L. 593-15 du code de l'environnement (au 1^{er} janvier 2018) ;
- la décision n° 2014-DC-0420 de l'ASN du 13 février 2014 relative aux modifications matérielles des installations nucléaires de base (au 1^{er} juillet 2019).

1.4 Les guides de l'ASN

L'ASN a soumis à la [consultation du public](#) pour une durée d'un mois entre le 29 novembre et le 29 décembre 2019 son projet de guide relatif à la « Politique en matière de maîtrise des risques et inconvénients des INB et système de gestion intégrée des exploitants » prévus par le code de l'environnement.

Le projet de guide formule les recommandations de l'ASN en la matière. Ces recommandations concernent toutes les INB, qu'elles soient en phase de conception, de construction, de mise en service, de fonctionnement, d'arrêt définitif, de démantèlement ou, pour les installations de stockage de déchets radioactifs, en phase de fermeture ou de surveillance.

Ce projet de guide s'inscrit dans le cadre des travaux de l'ASN destinés à intégrer dans le cadre réglementaire français plusieurs positions prises par l'association des chefs d'autorités de sûreté européennes (WENRA – Western European Nuclear Regulators Association), en particulier les « niveaux de référence » pour les réacteurs existants.

Les observations reçues seront exploitées par l'ASN et feront l'objet d'une synthèse, qui précisera notamment les suites données à la consultation.

1.5 Les guides professionnels approuvés par l'ASN

En matière d'équipements sous pression nucléaires (ESPN), l'ASN a approuvé les guides professionnels suivants :

Décision n° CODEP-CLG-2019-003685 du 22 janvier 2019, prise en application des dispositions figurant au b du IV de l'article 10 de l'arrêté du 10 novembre 1999 relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs nucléaires à eau sous pression, approuvant le guide professionnel de l'AFCEN référencé RS.17.022 révision B pour la conception et la fabrication des parties principales sous pression destinées à des ESPN du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux.

Décision n° CODEP-CLG-2019-003687 du 22 janvier 2019, prise en application des dispositions de l'arrêté du 30 décembre 2015 modifié relatif aux ESPN et certains accessoires de sécurité destinés à leur protection, approuvant les quatre guides professionnels :

- Guide AFCEN référencé RS.18.003 révision A** relatif aux exigences et procédures d'évaluation de la conformité pour un assemblage permanent d'installation d'un ESPN soumis au 4.1.a de l'annexe V de l'arrêté du 30 décembre 2015 ;
- Guide AFCEN référencé RS.18.004 révision C** relatif à l'évaluation de la conformité de la protection contre le dépassement des limites admissibles lors de l'installation d'un ESPN ;
- Guide AFCEN référencé RS.16.009 révision B** relatif aux réparations et modifications des ESPN soumis aux points 1 à 4 de l'annexe V de l'arrêté du 30 décembre 2015 ;
- Guide AFCEN référencé RS.18.006 révision A** pour les exigences applicables aux réparations et modifications des ESPN soumis aux points 1 à 4 de l'annexe V de l'arrêté du 30 décembre 2015 et à l'approvisionnement des parties qui leur sont destinées.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dispose de onze divisions territoriales lui permettant d'exercer ses missions de contrôle sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans les collectivités et départements d'outre-mer. Plusieurs divisions de l'ASN peuvent être amenées à intervenir de manière coordonnée dans une même région administrative. Au 31 décembre 2019, les divisions de l'ASN comprennent 230 agents, dont 176 inspecteurs.

Les divisions de l'ASN mettent en œuvre, sous l'autorité des délégués territoriaux (voir chapitre 2), les missions de contrôle de terrain des installations nucléaires de base (INB), des transports de substances radioactives et des activités nucléaires de proximité; elles instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires exercées sur leur territoire. Elles contrôlent, pour ces activités et dans ces installations, l'application de la réglementation relative à la sûreté nucléaire, à la radioprotection, aux équipements sous pression ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement. Elles assurent l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

LE PANORAMA RÉGIONAL DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION

En situation d'urgence radiologique, les divisions de l'ASN contrôlent les dispositions prises par l'exploitant sur le site pour mettre l'installation en sûreté et assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations. Dans le cadre de la préparation à ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions de l'ASN contribuent à la mission d'information du public. Elles participent, par exemple, aux réunions des commissions locales d'information (CLI) des INB et entretiennent des relations régulières avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

Cette partie présente l'action de contrôle de l'ASN dans les INB de chaque région et son appréciation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Les actions d'information du public et les relations transfrontalières sont évoquées respectivement dans les chapitres 5 et 6.



IMPORTANT

Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.



Domaine médical
voir chapitre 7



Domaine recherche
et industrie
voir chapitre 8



Domaine transport
voir chapitre 9



Région Auvergne-Rhône-Alpes

La division de Lyon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région [Auvergne-Rhône-Alpes](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- 4 centrales nucléaires exploitées par EDF :
 - Bugey (4 réacteurs de 900 MWe),
 - Saint-Alban (2 réacteurs de 1300 MWe),
 - Cruas-Meysses (4 réacteurs de 900 MWe),
 - Tricastin (4 réacteurs de 900 MWe) ;
- les usines de fabrication de combustibles nucléaires exploitées par Framatome à Romans-sur-Isère ;
- les usines du cycle du combustible nucléaire exploitées par Orano Cycle sur la plateforme industrielle du Tricastin ;
- la Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) exploitée par EDF ;
- le Réacteur à haut flux (RHF) exploité par l'Institut Laue-Langevin à Grenoble ;
- l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) en construction sur le site nucléaire du Bugey et le Magasin interrégional (MIR) de combustible du Bugey, exploités par EDF ;
- le réacteur 1 en démantèlement de la centrale nucléaire du Bugey, exploité par EDF ;
- le réacteur Superphénix en démantèlement à Creys-Malville, exploité par EDF, ainsi que ses installations annexes ;
- l'irradiateur Ionisos à Dagneux ;
- l'usine de fabrication de combustibles nucléaires et l'atelier de pastillage de la SICN à Veurey-Voroize ;
- les réacteurs et usines du CEA à Grenoble, en attente de déclassement ;

- le centre de recherche international du CERN, situé à la frontière entre la Suisse et la France ;



p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 22 services de radiothérapie externe,
 - 6 services de curiethérapie,
 - 23 services de médecine nucléaire,
 - environ 120 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
 - environ 120 scanners,
 - environ 10 000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



p. 230

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - un synchrotron,
 - environ 700 structures vétérinaires (cabinets ou cliniques),
 - environ 30 agences de radiologie industrielle,
 - environ 600 utilisateurs d'équipements industriels,
 - environ 100 unités de recherche ;



p. 258

- des activités liées au transport de substances radioactives ;
- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :
 - 3 organismes et 8 agences pour le contrôle de la radioprotection.

En 2019, l'ASN a réalisé 328 inspections dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, dont 98 inspections dans les centrales nucléaires du Bugey, de Saint-Alban, de Cruas-Meysses et du Tricastin, 89 inspections dans les usines et les installations en démantèlement, 127 inspections dans le nucléaire de proximité et 14 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 47 journées d'inspection du travail dans les quatre centrales nucléaires et sur le site de Creys-Malville. Elle a participé à 13 jours de réunions

sur ce thème, incluant sa participation aux comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT).

Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN a dressé un procès-verbal et mis en demeure un responsable d'activité nucléaire de se conformer à la réglementation. En 2019, 36 événements significatifs, classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)), ont été déclarés à l'ASN, dont 33 survenus dans les INB et 3 dans le nucléaire de proximité.



SITE DU BUGEY

Le site industriel du Bugey comprend diverses installations, dont la centrale nucléaire du Bugey, exploitée par EDF, dans la commune de Saint-Vulbas, dans le département de l'Ain, à 35 km à l'est de Lyon. Elle est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance de 900 MWe chacun, mis en service en 1978 et 1979. Les réacteurs 2 et 3 constituent l'INB 78, les réacteurs 4 et 5 constituent l'INB 89.

Le site comprend également un réacteur de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), Bugey 1, mis en service en 1972 et arrêté en 1994, actuellement en cours de démantèlement, ainsi que l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) et le Magasin interrégional (MIR) d'entreposage du combustible.

Enfin, le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la [suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#) au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

Centrale nucléaire du Bugey

Réacteurs 2, 3, 4 et 5 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du [Bugey](#) en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale des performances portée sur EDF. La centrale nucléaire maintient une bonne maîtrise dans le domaine des activités d'exploitation et de maintenance. Toutefois, l'ASN a relevé des points de faiblesse dans le domaine de la protection de l'environnement.

En matière de sûreté nucléaire, la centrale nucléaire du Bugey a obtenu en 2019 des résultats qui doivent être améliorés, notamment en matière de conduite des réacteurs et de réalisation des essais périodiques. Les arrêts automatiques des réacteurs sont également en recrudescence. L'exploitant doit rester vigilant dans la manière dont il prépare et réalise les opérations d'exploitation à la suite d'événements fortuits. L'ASN a enfin relevé des lacunes en matière d'identification et de traitement des écarts.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire, tout en étant dans la moyenne des centrales nucléaires exploitées par EDF, sont contrastées. L'ASN relève une fragilité persistante sur la prévention des risques de fuite des ouvrages enterrés (tuyauteries et conduites) qui véhiculent des fluides radioactifs et chimiques. En outre, l'ASN estime que les modifications des équipements en lien avec la protection de l'environnement doivent être analysées et suivies avec la même rigueur que les équipements en lien avec la sûreté nucléaire.

En matière de radioprotection, l'ASN note que les résultats dosimétriques ont été satisfaisants.

En matière de sécurité des travailleurs, malgré la mobilisation des acteurs de la prévention sur les risques vitaux, des accidents ou presque accidents notables se sont produits en 2019, soulignant ainsi les fragilités du site, notamment en ce qui concerne le respect des règles des équipements de protection individuels contre le risque électrique, la remise en conformité des équipements de levage et des postes de manipulation d'acide borique. Si les indicateurs chiffrés en matière d'accidentologie sont en progrès, EDF doit cependant poursuivre les efforts demandés par l'ASN pour l'application des règles de sécurité sur les chantiers, dans le contexte des quatrième visites décennales.

Réacteur 1 en démantèlement

[Bugey 1](#) est un réacteur de la filière UNGG. Ce réacteur de première génération, qui fonctionnait avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisait le graphite comme modérateur et était refroidi au gaz. Le réacteur Bugey 1 est un réacteur UNGG « intégré », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson.

En mars 2016, compte-tenu des difficultés techniques, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « en air », et non plus « sous eau » comme envisagé initialement.

L'ASN considère que les opérations de démantèlement du réacteur Bugey 1 et de caractérisation du caisson se déroulent dans des conditions de sûreté satisfaisantes. L'exploitant assure un suivi rigoureux des matériels et des travaux de démantèlement en cours.

Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés

L'installation [Iceda](#), autorisée par le [décret n° 2010-402 du 23 avril 2010](#), est exploitée par EDF. Elle est actuellement en phase d'essais et aura pour fonction de traiter et d'entreposer les déchets activés provenant du fonctionnement du parc nucléaire en exploitation et du démantèlement des réacteurs de première génération et de la centrale de Creys-Malville.

Le dossier de demande d'autorisation de mise en service de l'installation Iceda a été déposé auprès de l'ASN en juillet 2016. Dans le cadre de son instruction, l'ASN a demandé des compléments techniques relatifs à la démonstration de sûreté, la définition des éléments et activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement, le dossier de qualité de réalisation, les essais de démarrage, la gestion des déchets et les documents d'exploitation. EDF a transmis sa réponse aux demandes de l'ASN fin 2018. Les derniers travaux de finition et les essais préalables à la mise en service se sont poursuivis en 2019.



L'organisation mise en œuvre par EDF, le groupement momentané d'entreprises pour le montage des équipements et le suivi des essais dans les installations sont rigoureux. Les inspecteurs ont constaté la bonne tenue générale du chantier. L'ASN observe toutefois, dans la lignée de 2018, un retard significatif dans le déroulement du programme des essais. EDF envisage désormais la mise en service de l'installation en 2020.

L'ASN a par ailleurs poursuivi l'instruction du dossier de demande d'accord de conditionnement de déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) en colis dans l'installation Iceda, transmis par EDF en novembre 2015 et complété en mai 2016 à la demande de l'ASN. L'instruction de ce dossier n'avait pas permis à l'ASN de donner son accord en l'état. Des études complémentaires étaient nécessaires afin

de se prononcer sur l'adéquation de ce colis avec les déchets à conditionner. EDF a mis à jour son dossier fin 2018 et ce dernier est en cours d'instruction.

Magasin interrégional

Le Magasin interrégional ([MIR](#)) du Bugey (INB 102), exploité par EDF, est une installation d'entreposage de combustibles nucléaires neufs à destination du parc de centrales nucléaires en exploitation.

Le MIR a présenté un niveau de sûreté satisfaisant en 2019. Le réexamen périodique de l'installation est en cours, ainsi que l'[évaluation complémentaire de sûreté](#) demandée par l'ASN à l'issue de l'accident de la centrale nucléaire de [Fukushima](#).

Centrale nucléaire de Saint-Alban

La centrale nucléaire de [Saint-Alban](#), exploitée par EDF dans le département de l'Isère, sur le territoire des communes de Saint-Alban-du-Rhône et de Saint-Maurice-l'Exil à 40 km au sud de Lyon, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1986 et 1987. Le réacteur 1 constitue l'INB 119, le réacteur 2, l'INB 120.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban se situent favorablement, en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'environnement et de radioprotection, par rapport à l'appréciation générale des performances portée sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève que la centrale nucléaire de Saint-Alban maintient en 2019 ses bons résultats, ce dans la continuité de ces dernières années. L'ASN relève en particulier que les actions de vigilance dans le domaine de la lutte contre les départs de feu continuent de porter leurs fruits en 2019.

En matière de maintenance, l'ASN considère qu'EDF a globalement maîtrisé la réalisation de la visite partielle du réacteur 2, qui était le seul arrêt pour maintenance programmé en 2019. Cet arrêt a été marqué par une difficulté technique

à déconnecter deux grappes de commande lors de l'ouverture du couvercle de la cuve, aléa qui a été géré de façon satisfaisante. Le site doit toutefois se montrer plus rigoureux dans le suivi des zones sensibles des tuyauteries de faible diamètre.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF. L'organisation définie et mise en œuvre par EDF afin de respecter les exigences réglementaires en matière de surveillance des rejets et de l'environnement apparaît comme globalement satisfaisante.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN note que les résultats opérationnels ont été satisfaisants.

Les résultats en matière d'hygiène et de sécurité au travail sont également satisfaisants. L'ASN note qu'aucun accident grave n'est survenu lors de la visite partielle du réacteur 2. L'ASN relève, sur cet arrêt, des difficultés dans l'organisation des chantiers et notamment dans la prise en compte des risques professionnels au poste de travail dans le cadre de délais contraints.

Centrale nucléaire de Cruas-Meyssse

La centrale nucléaire de [Cruas-Meyssse](#), mise en service entre 1984 et 1985 et exploitée par EDF dans le département de l'Ardèche sur le territoire des communes de Cruas et de Meyssse, est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 111, les réacteurs 3 et 4 constituent l'INB 112.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Les performances en matière de protection de l'environnement et de gestion des déchets restent cependant en retrait.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse maintient ses performances. L'ASN relève en particulier que le travail engagé en 2018 sur la gestion des écarts porte ses fruits. L'ASN considère que le plan d'action mis en place par EDF permet de répondre aux attentes et attend une consolidation de ces résultats dans ce domaine en 2020. La prévention des arrêts automatiques des réacteurs a également progressé.

L'année 2019 a également été marquée par la survenue, le 11 novembre 2019, d'un [séisme](#) sur la commune du Teil en Ardèche (voir [Faits marquants](#)). Les secousses enregistrées par les systèmes de mesure de l'accélération dont est muni le site ont atteint des seuils dits



« d'inspection ». L'atteinte de ces seuils a conduit EDF à procéder à la mise à l'arrêt des réacteurs 2, 3 et 4, qui étaient en production, en vue de réaliser des contrôles et des essais permettant de vérifier l'absence de dégradation des équipements et des installations. Le programme d'investigation et ses résultats ont été soumis à l'ASN, qui a autorisé la reprise de leur exploitation. L'analyse *a posteriori* des valeurs d'accélération enregistrées le jour du séisme montre que les valeurs ressenties sur le site sont largement inférieures aux valeurs d'accélération prises en compte pour la conception de la centrale nucléaire.

Dans le domaine de la maintenance et de la maîtrise des travaux liés aux arrêts de réacteur, l'ASN considère qu'EDF a progressé dans la qualité de la préparation des arrêts et dans le traitement des aléas survenant au cours des arrêts.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN relève les actions engagées par l'exploitant, bien que la propreté radiologique et la maîtrise du risque de contamination en période d'arrêt de réacteur doivent encore être améliorées.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN a relevé de nouveau des lacunes en matière de gestion des déchets.

En effet, malgré les actions engagées dans ce domaine en réponse aux demandes émises par l'ASN en 2018, l'année 2019 a été marquée par l'évacuation de déchets potentiellement pathogènes vers un centre de traitement sans vérification préalable. L'ASN a relevé en inspection que les aires à déchets concernées n'étaient pas exploitées conformément aux règles en vigueur et elle a demandé à EDF de suspendre leur exploitation jusqu'à leur mise en conformité. En matière de protection de l'environnement, le suivi et le traitement des pollutions au tritium et aux hydrocarbures de la nappe phréatique, survenues durant l'été 2018, se sont poursuivis en 2019.

Les inspections réalisées cette année par les inspecteurs du travail de l'ASN ont permis de confirmer les efforts menés par l'exploitant pour la prévention des risques vitaux, le développement de nouveaux procédés sécurisés pour les travailleurs et la tenue générale des chantiers. Les accidents ou presque accidents qui se sont produits ont fait l'objet d'analyses et de plans d'action de qualité, et les efforts engagés doivent être maintenus, notamment pour la déclinaison organisationnelle de la prévention sur le terrain.

SITE DU TRICASTIN

Le site nucléaire du Tricastin, situé dans la Drôme et le Vaucluse, constitue un vaste site industriel accueillant la plus importante concentration d'installations nucléaires et chimiques de France. Il est implanté sur la rive droite du canal de Donzère-Mondragon (canal de dérivation du Rhône) entre Valence et Avignon. Il s'étend sur une surface de 800 hectares répartie sur trois communes, Saint-Paul-Trois-Châteaux et Pierrelatte dans la Drôme, Bollène dans le Vaucluse. Ce site regroupe de nombreuses installations, avec une centrale nucléaire comprenant quatre réacteurs de 900 MWe, des installations du cycle du combustible nucléaire et, enfin, une Base chaude opérationnelle (BCOT) qui assure des opérations de maintenance et d'entreposage.

Centrale nucléaire du Tricastin

La centrale nucléaire du [Tricastin](#) est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun : les réacteurs 1 et 2, mis en service en 1980, constituent l'INB 87, les réacteurs 3 et 4, mis en service en 1981, constituent l'INB 88.

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire du Tricastin en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF. L'ASN considère en revanche que les performances en matière de radioprotection sont en retrait par rapport à la moyenne nationale.

En matière de sûreté nucléaire, si les performances de la centrale nucléaire rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur EDF, l'ASN considère toutefois qu'elles se sont détériorées, avec notamment le blocage d'un assemblage de combustible usé lors du retrait

des équipements internes supérieurs de la cuve du réacteur 2, et l'occurrence de multiples événements significatifs pour la sûreté lors de la phase de redémarrage du réacteur 1 à l'issue de sa quatrième visite décennale pourtant initiée de façon satisfaisante. Plus généralement, sur l'année 2019, l'ASN a constaté des fragilités sur le respect des spécifications techniques d'exploitation, la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation, la surveillance en salle de commande, la mise en configuration des circuits et l'intégrité de la première barrière, constituée par les gaines des assemblages de combustible. Le traitement des alarmes en salle de commande s'est maintenu à un niveau satisfaisant après les actions engagées en 2018. Sur le plan de la maintenance, l'ASN considère que la maîtrise des arrêts pour maintenance programmée et renouvellement partiel du combustible s'est détériorée en 2019. Le réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin a été mis à l'arrêt entre juin et décembre 2019 pour sa [quatrième visite décennale](#), s'inscrivant comme une étape du quatrième réexamen périodique (voir [Faits marquants](#)). Ce réacteur est le premier des réacteurs de 900 MWe d'EDF à atteindre cette échéance.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire, tout en étant conformes à l'appréciation générale portée sur EDF, restent contrastées. Alors que l'exploitant a mis en œuvre des actions d'amélioration de la maîtrise du confinement des effluents liquides, l'ASN relève cependant qu'une fuite sur une tuyauterie véhiculant des effluents radioactifs a conduit à la pollution des eaux souterraines de la nappe phréatique interne au site par du tritium en novembre 2019. Par ailleurs, l'ASN enregistre à nouveau une fragilité persistante sur les systèmes de traitement des effluents radioactifs. Concernant les déchets, leur



gestion reste toujours perfectible, mais est en amélioration par rapport à 2018.

En matière de radioprotection, l'ASN constate que l'année 2019 a été marquée par deux cas de contamination d'intervenants conduisant à une exposition cutanée supérieure au quart de la limite réglementaire annuelle. De plus, plusieurs événements significatifs ont traduit un manque de culture de radioprotection de certains intervenants. L'ASN estime donc que la centrale nucléaire du Tricastin est en retrait sur le sujet et qu'il est nécessaire que l'exploitant mette en place rapidement des actions structurantes pour améliorer, sur le terrain, la culture de radioprotection des intervenants.

S'agissant de la sécurité des travailleurs, des difficultés demeurent en matière de conformité réglementaire des installations, néanmoins sans accident grave en 2019. Ainsi, dans la lignée de 2018, le risque électrique n'est toujours pas maîtrisé de manière satisfaisante, de même que le risque lié au travail en hauteur avec, par exemple, des échafaudages non conformes.

LES INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE

Les [installations du cycle du Tricastin](#) couvrent principalement les activités de l'amont du cycle du combustible et sont exploitées depuis fin 2018 par un exploitant unique, Orano Cycle.

Le site comporte :

- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$ issu du retraitement de combustibles usés en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8) ;
- l'usine W (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d' UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- les anciennes installations ex-Comurhex (INB 105) et l'usine Philippe Coste (ICPE dans le périmètre de l'INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en hexafluorure d'uranium (UF_6) ;
- l'usine Georges Besse I (INB 93) d'enrichissement de l' UF_6 par diffusion gazeuse ;
- l'usine Georges Besse II (INB 168) d'enrichissement de l' UF_6 par centrifugation ;
- les parcs uranifères du Tricastin (INB 178 et 179) d'entreposage d'uranium sous forme d'oxydes ou UF_6 ;
- les ateliers de maintenance, de traitement des effluents et de conditionnement de déchets (ex-Socatri) (INB 138) ;
- le laboratoire Atlas d'analyse des échantillons de procédé et de surveillance de l'environnement (INB 176) ;
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de matières nucléaires, pour la quasi-totalité à usage civil.

À l'issue des inspections qu'elle a conduites en 2019, l'ASN considère que le niveau de sûreté des installations du site Orano Cycle du Tricastin est resté stable. La mise en service industrielle d'installations neuves, présentant des standards de sûreté réévalués, a cependant connu plusieurs difficultés et certains composants devront être remplacés. L'ASN a autorisé en 2019 la mise en application d'une nouvelle version du plan

d'urgence interne, adapté à la nouvelle organisation du site, sous la responsabilité d'Orano Cycle comme unique exploitant.

La campagne d'inspections inopinées que l'ASN a menée en 2019 simultanément sur les INB 93, 105, 138, 155 et 168 a montré que la rigueur des rondes est plutôt satisfaisante. L'ASN a également conduit en 2019 une inspection portant sur l'organisation de la plateforme Orano du Tricastin pour gérer ses déchets. L'ASN a relevé que cette organisation doit être mieux formalisée et que l'exploitant doit renforcer la rigueur des contrôles ultimes des déchets conventionnels en sortie de site.

L'ASN veillera en 2020 à ce qu'Orano continue de déployer ses plans d'action pour la surveillance des intervenants extérieurs, les rétentions et la maîtrise des déversements liquides, afin d'améliorer et d'harmoniser les pratiques des INB de la plateforme. L'ASN s'assurera également de la bonne mise en place de l'instance de contrôle interne, conformément à la [décision du 30 novembre 2017](#) relative aux modifications notables des installations nucléaires de base.

Usines Orano Cycle de chimie de l'uranium TU5 et W

L'INB 155, dénommée [TU5](#), peut mettre en œuvre jusqu'à 2000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano Cycle de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous une forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin. L'usine W, située dans le périmètre de l'INB 155, permet quant à elle de traiter l' UF_6 appauvri, issu de l'usine d'enrichissement Georges Besse II, pour le stabiliser en U_3O_8 .

L'ASN considère que les installations situées dans le périmètre de l'INB 155 sont exploitées avec un niveau de sûreté satisfaisant.

Pour l'usine TU5, l'ASN a maintenu le suivi de la mise en œuvre des engagements pris dans le cadre du réexamen périodique de l'installation. L'avancement de ces engagements, ainsi que l'organisation mise en place pour en assurer le suivi, sont satisfaisants.

Afin de donner suite aux inspections de l'ASN de 2017 et 2018 sur la gestion des déchets, qui avaient mis en évidence puis confirmé une situation non satisfaisante, une inspection inopinée de deux jours a été réalisée sur ce thème en juillet 2019. Cette dernière a montré que la situation est en nette amélioration, notamment sur l'identification des déchets et des aires d'entreposage, sur la traçabilité et sur l'état des zones d'entreposages de déchets, moins saturées qu'auparavant. D'une manière générale, l'exploitant doit poursuivre ses efforts visant à renforcer sa rigueur d'exploitation, notamment par le biais de la détection et de la gestion des écarts.

Usines Orano Cycle de fluoration de l'uranium

Conformément à la prescription de l'ASN, les installations de fluoration les plus anciennes ont définitivement été mises à l'arrêt avant le 31 décembre 2017. Les installations arrêtées ont



depuis été vidangées de la majorité de leurs substances dangereuses et sont en phase de préparation au démantèlement.

Orano Cycle a déposé en février 2014 un dossier de démantèlement de l'[INB 105](#) (ex-Comurhex), soumis à enquête publique en 2017, dont l'instruction par l'ASN s'est achevée en 2019. Le démantèlement de l'INB 105 est désormais autorisé par le [décret 2019-1368 du 16 décembre 2019](#). Les principaux enjeux associés sont liés aux risques de dissémination de substances radioactives, ainsi que d'exposition aux rayonnements ionisants et de criticité, en raison de substances uranifères résiduelles présentes dans certains équipements.

Par ailleurs, au sein de cette installation, l'ASN a autorisé et contrôlé, en 2019, des travaux dans une aire d'entreposage de fûts de matières uranifères, afin d'y assurer un confinement statique et dynamique ainsi qu'une climatisation appropriée, de manière à éviter le renouvellement de l'événement de perte de confinement par montée en pression de fûts sous l'effet des fortes chaleurs survenu en 2018.

L'ASN a également contrôlé la mise en service industrielle de la plupart des unités de l'usine Philippe Coste, dont les installations sont classées Seveso seuil haut et remplacent celles de l'INB 105 (ex-Comurhex). Seule la deuxième unité de production de fluor est encore au stade des essais, en vue d'une mise en service en 2020. L'ASN a par ailleurs contrôlé la gestion par l'exploitant de nombreuses anomalies significatives de conception, de construction ou d'exploitation détectées dans cette usine. L'ASN a notamment suivi les défauts d'étanchéité des cristalliseurs servant à refroidir et chauffer l' UF_6 en vue de son épuration et de son transfert vers les capacités de transport, une corrosion généralisée de tuyauteries de fluor, ainsi que plusieurs dépassements des valeurs limites des rejets gazeux.

L'ASN s'est assurée que, face à ces anomalies, l'exploitant avait mis en place des consignes d'exploitation adaptées, des modifications techniques et des modalités de surveillance renforcées des équipements concernés, en attendant leur remplacement ou la mise en œuvre de solutions techniques pérennes.

Par ailleurs, les inspections menées en 2019 dans l'usine Philippe Coste ont notamment visé à s'assurer que l'exploitant avait remédié aux manques de rigueur identifiés lors des inspections de 2018. L'ASN sera vigilante en 2020, d'une part, aux conditions de mise en service des équipements nouveaux et remplacés, ainsi qu'à la nouvelle unité de production de fluor de l'usine Philippe Coste, d'autre part, au reconditionnement et au traitement des matières uranifères présentes dans l'INB en vue du démantèlement de l'INB 105.

Usine d'enrichissement Georges Besse I

L'installation d'enrichissement de l'uranium George Besse I (Eurodif), constituant l'[INB 93](#), était principalement composée d'une usine de séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de diffusion gazeuse.

À la suite de l'arrêt de la production de cette usine en mai 2012, l'exploitant a mis en œuvre, de 2013 à 2016, les opérations de « rinçage intensif suivi de la mise "en air" d'Eurodif » (opération Prisme), qui consistaient à effectuer des opérations de rinçages répétés des circuits de diffusion gazeuse avec du

trifluorure de chlore (ClF_3), une substance toxique et dangereuse, qui a permis d'extraire la quasi-totalité de l'uranium résiduel déposé dans les barrières de diffusion. Ces opérations sont désormais terminées.

L'exploitant a déposé sa demande de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'installation en mars 2015. En 2019, l'instruction du dossier s'est poursuivie et le décret prescrivant à Orano Cycle de procéder aux opérations de démantèlement de l'usine George Besse I a été publié le [5 février 2020](#).

Les enjeux du démantèlement concernent le volume de déchets de très faible activité (TFA) produits, dont 160 000 tonnes de déchets métalliques, et la durée du démantèlement, qui doit être aussi courte que possible (estimée à 30 ans actuellement) en tenant compte des meilleures connaissances scientifiques et techniques du moment, et dans des conditions économiques acceptables.

L'ASN a contrôlé le fonctionnement de l'installation de confinement hydraulique et de traitement de la nappe alluviale située sous l'INB 93, polluée par du perchloroéthylène et du trichloroéthylène. Cette installation permet de pomper l'eau de la nappe en un point, de la traiter et de la réinjecter dans la nappe en amont du point de pompage, permettant ainsi de confiner et dépolluer la nappe. L'ASN a constaté que, depuis sa mise en service en mars 2014, l'installation de traitement de la nappe n'a que très peu fonctionné, du fait de plusieurs pannes et de problèmes techniques importants, avec notamment un phénomène d'entartrage menant au colmatage des différents organes de l'installation. L'ASN a donc demandé à Orano de proposer des solutions techniques pour permettre un fonctionnement pérenne de l'installation et un traitement de la pollution existante.

L'ASN s'attachera en 2020 à contrôler le fonctionnement effectif de l'installation de confinement hydraulique et de traitement de la nappe alluviale. Désormais, le principal risque résiduel de l'installation est lié aux conteneurs d' UF_6 des parcs d'entreposage, appartenant encore au périmètre de l'installation. Ces parcs devraient être rattachés à terme aux parcs uranifères du Tricastin ([INB 178](#)).

Usine d'enrichissement Georges Besse II

L'[usine Georges Besse II](#), constituant l'INB 168, exploitée par la Société d'enrichissement du Tricastin (SET) jusqu'en 2018, et désormais par Orano Cycle dans le cadre de la mise en place de l'exploitant unique sur le site du Tricastin, constitue la nouvelle installation d'enrichissement du site depuis l'arrêt d'Eurodif. Elle met en œuvre la séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de centrifugation.

Les installations de l'usine ont présenté en 2019 un niveau de sûreté satisfaisant. Les technologies mises en œuvre dans l'installation permettent d'atteindre des objectifs de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement élevés. L'ASN considère que l'exploitant est proactif dans la détection des écarts à son référentiel et qu'il suit bien ses engagements envers l'ASN.



En 2020, l'ASN sera attentive à la fréquence des rondes d'exploitation et à la complétude des dossiers de demandes d'autorisation de modification que lui adresse l'exploitant.

Ateliers de maintenance, de traitement des effluents et de conditionnement de déchets

L'installation d'assainissement et de récupération de l'uranium, constituant l'[INB 138](#) (ex-Socatri), assure le traitement d'effluents liquides et de déchets, ainsi que des opérations de maintenance pour diverses INB. L'ASN considère que des efforts ont été réalisés par l'exploitant en 2019 pour améliorer le niveau de sûreté opérationnelle et la rigueur d'exploitation de cette installation et que ces efforts doivent être poursuivis.

Le [décret n° 2019-113 du 19 février 2019](#) a autorisé la modification substantielle de l'INB, pour créer notamment un atelier de traitement des déchets du site dénommé « Trident ». L'ASN a contrôlé les travaux d'aménagement de cet atelier. L'autorisation pour sa mise en service est en cours d'instruction par l'ASN.

L'ASN sera vigilante en 2020, d'une part, aux essais de démarrage de l'atelier Trident, d'autre part, à la poursuite des actions menées par l'exploitant pour renforcer la rigueur d'exploitation.

Parcs uranifères du Tricastin

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'[INB 178](#) – Parcs uranifères du Tricastin – a été créée. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. L'ASN a enregistré cette installation en décembre 2016 et s'est assurée avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense ([ASND](#)) de la continuité du contrôle de la sûreté nucléaire de cette installation. Le référentiel de l'installation est en cours de mise à niveau, pour être en conformité avec les textes réglementaires applicables aux INB.

L'ASN relève la bonne tenue des installations des parcs d'entreposage. L'exploitant doit néanmoins encore traiter plusieurs emballages historiques dégradés. L'ASN a demandé en 2019, après inspection, de revoir les pratiques de contrôles des rétentions, d'améliorer le suivi des anomalies constatées lors des rondes et de s'assurer que toutes les matières nucléaires sont correctement étiquetées conformément à la réglementation.

Concernant le bâtiment de gestion de crise et les équipements s'y trouvant, l'ASN attend des progrès de l'exploitant. En effet, le référentiel de l'installation doit être mis à niveau pour garantir le fonctionnement du centre et des matériels mobiles de crise.

Installation P35

Dans la continuité du processus de déclassement de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'[INB 179](#) « P35 » a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium.

L'ASN a enregistré cette installation en janvier 2018 et s'est assurée avec l'ASND de la continuité du contrôle de la sûreté nucléaire de ces entreposages.

L'ASN considère que l'exploitation des parcs P35 a présenté un niveau de sûreté globalement satisfaisant en 2019. Cependant l'ASN a demandé en 2019, après inspection, de clarifier la prise en compte de l'ensemble des exigences définies des équipements importants pour la protection des personnes et de l'environnement. En effet, l'ASN a notamment relevé que des fréquences de contrôle avaient été relaxées sans analyse formalisée.

Projet de nouvelle installation d'entreposage d'uranium

Orano Cycle a fait part à l'ASN, en février 2015, de sa volonté de créer une nouvelle INB destinée à l'entreposage, sur le site du Tricastin, de matières uranifères issues du retraitement de combustible. Orano Cycle a entrepris des actions d'optimisation des entreposages existants du site pour repousser leur date de saturation de 2019 à 2021 et a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage. L'ASN a indiqué en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire que le contenu de la demande d'autorisation de création était suffisant pour permettre une poursuite de l'instruction en 2019. L'enquête publique devrait se dérouler en 2020.

Laboratoires d'analyses du Tricastin (Atlas)

[Atlas](#) constitue l'INB 176, autorisée par le [décret n° 2015-1210 du 30 septembre 2015](#) et mise en service en mai 2017. L'installation présente une amélioration significative de la sûreté par rapport aux anciens laboratoires qu'elle remplace.

Deux des trois bancs d'analyse et d'échantillonnage d' UF_6 fonctionnent depuis février 2018 après validation des résultats des essais préalables. Le démarrage du dernier banc, qui finalisera la mise en service complète de l'installation, était prévu en 2019. Cependant, des difficultés importantes ont été rencontrées pour assurer l'étanchéité du banc. Elles ont conduit Orano Cycle à mener des opérations de renforcement d'étanchéité, dans des conditions que l'ASN, après inspection, a jugé inadaptées.

D'une manière générale, l'ASN considère que l'exploitant doit poursuivre ses efforts pour renforcer sa rigueur opérationnelle dans cette installation. L'exploitant doit également mieux contrôler le repli des chantiers confiés à des entreprises prestataires.

L'ASN sera extrêmement vigilante, en 2020, à la remise en état du troisième banc d'analyse et d'échantillonnage d' UF_6 avant tout essai actif.



Base chaude opérationnelle du Tricastin

La [BCOT](#) constitue l'INB 157. Elle est exploitée par EDF et a pour vocation l'entretien et l'entreposage de matériels et outillages provenant des circuits et matériels contaminés des réacteurs électronucléaires, à l'exclusion des éléments combustibles.

Par courrier du 22 juin 2017, EDF a déclaré l'arrêt définitif de la BCOT au plus tard le 30 juin 2020. Les activités d'entreposage et les opérations de maintenance seront désormais réalisées sur la base de maintenance de Saint-Dizier (Bamas).

Le transfert des activités et le démontage des outillages se sont poursuivis en 2019.

L'ASN estime que le niveau de sûreté de la BCOT est globalement satisfaisant.

En 2019, l'ASN a vérifié les modifications faites par la BCOT sur son installation de découpe des tubes guides de grappes usagés des réacteurs à eau sous pression exploités par EDF.

En 2020, l'ASN sera attentive à la reprise de ces opérations et aux dernières opérations d'évacuation de matériels.

SITE DE ROMANS-SUR-ISÈRE

Sur son site de Romans-sur-Isère dans la Drôme (26), la société Framatome exploite deux INB, l'unité de fabrication d'éléments combustibles pour les réacteurs de recherche (INB 63) et l'unité de fabrication de combustibles nucléaires destinés aux REP (INB 98), ainsi qu'une installation classée pour la protection de l'environnement, l'atelier dit des «cavités», où sont fabriqués des composants spécifiques, comme les «cavités» ou les «collimateurs LHC» pour le Centre européen de recherche nucléaire (CERN).

Usines Framatome de fabrication de combustibles nucléaires

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l' UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre, dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite «FBFC» ([INB 98](#)), sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages destinés à être utilisés dans les réacteurs des centrales nucléaires. S'agissant des réacteurs expérimentaux, les combustibles sont plus variés, certains d'entre eux utilisant, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont également fabriqués dans l'usine de Romans-sur-Isère, anciennement appelée «Cerca» ([INB 63](#)).

Framatome a maintenu en 2019 un programme ambitieux de travaux au sein des deux installations afin de respecter les engagements pris dans le cadre des réexamens périodiques. Des investissements ont été réalisés («Nouvelle Zone Uranium», nouveau four d'oxydation CAPADOX), ainsi que des renforcements de bâtiments existants (gestion

du risque d'incendie, renforcements parasismiques ou amélioration du confinement de la matière). Le suivi et la réalisation des engagements pris sont assurés de manière globalement satisfaisante.

Les inspections réalisées en 2019 ont permis de vérifier la bonne réalisation des travaux, ainsi que la mise en place de nouvelles dispositions organisationnelles. Il a été constaté une amélioration du processus de qualification des nouveaux équipements importants pour la protection des personnes et de l'environnement. Toutefois, la surveillance des prestataires doit encore être améliorée, notamment dans le cadre du chantier Nouvelle Zone Uranium. En 2019, plusieurs événements significatifs relatifs à la maîtrise du risque de criticité ont été déclarés au niveau 1 de l'échelle INES.

À l'été 2019, une casemate d'entreposage attenante à un laboratoire (L1) a été mise en service. Cette disposition représente une amélioration de sûreté importante, qui permet de limiter à 600 grammes la masse d'uranium dans le laboratoire, conformément à la [décision de l'ASN du 4 juin 2019](#).

Sur le plan de la protection de l'environnement, l'ASN considère que le site de Romans-sur-Isère doit encore progresser dans la maîtrise des filières des déchets, notamment sur la distinction claire entre déchets radioactifs et déchets conventionnels.

En 2020, l'ASN sera particulièrement attentive au bon déroulement du projet de chantier de la Nouvelle Zone Uranium, en lien avec les événements de 2019. Elle effectuera également un suivi rapproché du redémarrage de l'atelier Triga de l'INB 63 et de la mise en exploitation du nouvel atelier de traitement des déchets (Geode).

LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

Réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin

L'Institut Laue-Langevin (ILL), organisme de recherche internationale, abrite un réacteur à haut flux neutronique ([RHF](#)) de 58 MWth, à eau lourde, qui produit des faisceaux

de neutrons thermiques très intenses destinés à la recherche fondamentale, notamment dans les domaines de la physique du solide, de la physique neutronique et de la biologie moléculaire.



Le RHF constitue l'INB 67 et accueille sur son périmètre l'EMBL (*European Molecular Biology*), laboratoire de recherche internationale en biologie. Cette INB, qui emploie environ 500 personnes, occupe une surface de 12 hectares, située entre l'Isère et le Drac, juste en amont du confluent, à proximité du centre CEA de Grenoble.

L'ASN considère que la sûreté du RHF est gérée de façon assez satisfaisante, mais elle a une nouvelle fois constaté en 2019 des écarts relatifs à l'organisation de l'exploitation, notamment dans les domaines de la gestion des déchets, de la surveillance de l'environnement et des contrôles périodiques.

L'ASN relève le travail important que l'ILL a réalisé pour le déploiement de son système de gestion intégrée de la qualité et de la sûreté afin de répondre aux exigences de l'arrêt INB du 7 février 2012. Au cours de l'année 2019, l'exploitant a achevé la mise en œuvre de l'ensemble de ces processus et formé les personnels impliqués. L'exploitant avait été mis en demeure, par [décision de l'ASN du 6 février 2018](#), de modifier son organisation pour assurer le respect des dispositions réglementaires relatives aux modifications matérielles de ses installations. Une inspection menée fin 2018 avait mis en évidence que les dispositions prévues par l'ILL pour répondre à cette mise en demeure n'étaient pas totalement déployées et qu'elles ne paraissaient pas avoir été suffisamment déclinaées auprès du personnel. La direction générale de l'ASN avait alors rencontré la direction de l'ILL pour que celle-ci présente des mesures provisoires immédiates et des mesures pérennes visant à éviter le renouvellement des écarts constatés. Durant l'été 2019, l'ILL a achevé la mise à jour de son processus de gestion des modifications. Les contrôles réalisés en 2019 par l'ASN ont permis de lever la mise en demeure en octobre 2019.

L'ASN a testé l'organisation et les moyens de crise de l'ILL lors d'une inspection avec exercice inopiné en dehors des heures ouvrées. L'ASN a relevé une réactivité adaptée, une bonne connaissance de l'installation et de la conduite à tenir en situation accidentelle, ainsi qu'une fluidité des actions menées par les équipes d'intervention.

Le rapport de conclusions de réexamen est en cours d'instruction. La réactivité de l'exploitant et la qualité des informations transmises dans le cadre de l'instruction sont jugées satisfaisantes. L'ASN a réalisé une inspection renforcée portant sur les hypothèses prises et les conclusions du réexamen périodique de l'ILL, ainsi que la définition et la mise en œuvre de son plan d'action.

L'ASN poursuivra en 2020 l'instruction du rapport de réexamen et sera attentive aux différents plans d'action mis en place par l'ILL pour faire suite aux inspections menées en 2019 et à la levée de la mise en demeure.

Irradiateur Ionisos

La société Ionisos exploite un irradiateur industriel implanté à Dagneux dans l'Ain. Cet irradiateur, constituant l'**INB 68**, utilise le rayonnement issu de sources de cobalt-60, notamment pour stériliser du matériel médical (seringues, pansements, prothèses) et polymériser des matières plastiques.

L'installation a présenté un niveau de sûreté satisfaisant en 2019. Le contrôle de l'ASN a spécifiquement porté sur les opérations de requalification des sources scellées réalisées au sein de l'installation : ces opérations ont été convenablement conduites. Une inspection sur le réexamen périodique de sûreté a également eu lieu en 2019, mettant en exergue des points de vigilance dans l'appropriation des études et des conclusions issues du réexamen ainsi que l'analyse du retour d'expérience.

Accélérateurs et centre de recherche du CERN

À la suite de la signature d'une [convention internationale](#) entre la France, la Suisse et le [CERN](#) le 15 novembre 2010, l'ASN et l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) suisse – organisme de contrôle de la radioprotection suisse –, contribuent à la vérification des exigences de sûreté et de radioprotection appliquées par le CERN. Les actions conjointes portent sur les transports, les déchets et la radioprotection.

Deux visites conjointes des autorités suisse et française ont eu lieu en 2019 sur le thème de la prévention de l'incendie et de la radioprotection des travailleurs. Ces visites ont mis en évidence des pratiques satisfaisantes.

LES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT

Réacteur Superphénix et atelier pour l'entreposage des combustibles

Le réacteur à neutrons rapides [Superphénix](#) (INB 91), prototype industriel refroidi au sodium d'une puissance de 1200 MWe, est implanté à Creys-Malville en Isère. Il a été définitivement arrêté en 1997. Le réacteur a été déchargé et l'essentiel du sodium a été neutralisé sous forme de béton. Superphénix est associé à une autre INB, l'atelier pour l'entreposage des combustibles ([APEC](#), INB 141). L'APEC est principalement constitué d'une piscine abritant le combustible

déchargé de la cuve et de l'entreposage des colis de béton sodé issus de la neutralisation du sodium de Superphénix.

L'ASN considère que la sûreté des opérations de démantèlement du réacteur Superphénix et de fonctionnement de l'APEC est globalement satisfaisante.

L'ASN a autorisé l'engagement de la deuxième étape du démantèlement de Superphénix, qui consiste à ouvrir la cuve du réacteur pour démanteler les internes de cuve, dans des ateliers dédiés construits dans le bâtiment réacteur, par manipulation directe ou à distance. Les dispositions



de sûreté et de radioprotection mises en œuvre par EDF pour ces opérations sont globalement satisfaisantes.

En décembre 2018 et juin 2019, le site a connu une perte totale d'alimentation électrique et la panne d'un matériel important pour la protection des installations (groupe électrogène de secours), qui ont donné lieu à deux événements significatifs de niveau 1 sur l'échelle INES. EDF a indiqué des difficultés d'approvisionnement de certains équipements obsolètes et des délais importants de remplacement et réparation des pièces. L'ASN a demandé à l'exploitant de réaliser un diagnostic à l'échelle du site et d'établir un plan d'action sur la gestion de l'obsolescence des équipements. De façon plus générale, l'ASN note en 2019 la bonne tenue des différents engagements d'EDF mais restera vigilante à prise en compte de la défense en profondeur et à la mise en œuvre du plan de traitement de l'obsolescence des équipements.

Réacteurs Siloette, Siloé, LAMA et station de traitement des effluents et des déchets solides – Centre du CEA

Le centre du CEA de Grenoble (Isère) a été inauguré en janvier 1959. Des activités liées au développement des réacteurs nucléaires y ont été menées, avant d'être progressivement transférées vers d'autres centres du CEA dans les années 1980. Désormais, le centre de Grenoble exerce des missions de recherche et de développement dans les domaines des énergies renouvelables, de la santé et de la microtechnologie. Le CEA de Grenoble s'est lancé, en 2002, dans une démarche de dénucléarisation du site.

Le site comptait six installations nucléaires, qui ont cessé progressivement leur activité et sont passées en phase de démantèlement en vue d'aboutir à leur déclasserement. Le déclasserement du réacteur [Siloette](#) a été prononcé en 2007, celui du réacteur [Mélusine](#) en 2011, celui du réacteur [Siloé](#) en janvier 2015 et celui du [LAMA](#) en août 2017.

Les dernières INB du site sont la station de traitement des effluents et des déchets solides et l'entreposage de décroissance ([STED](#)) (INB 36 et 79). L'ensemble des bâtiments a été déconstruit, conformément à leur décret de démantèlement.

Les échanges techniques entre l'ASN et le CEA se sont poursuivis en 2018 concernant l'assainissement des sols de la STED, du point de vue radiologique et chimique. L'ensemble des opérations techniquement réalisables à un coût raisonnablement acceptable a été exécuté. Compte tenu de la présence d'un marquage résiduel chimique et radiologique, l'exploitant a déposé un dossier de déclasserement accompagné d'un dossier d'institution de servitudes d'utilité publique en décembre 2019.

Usine SICN à Veurey-Voroize

L'ancienne usine de fabrication de combustibles nucléaires de Veurey-Voroize (Isère), exploitée par la Société industrielle de combustible nucléaire (SICN, Groupe Orano) était constituée de deux installations nucléaires, les [INB 65 et 90](#). Les activités de fabrication de combustible ont été définitivement arrêtées au début des années 2000. Ce sont les décrets [n° 2006-190](#) et [n° 2006-191](#) du 15 février 2006 qui ont autorisé les opérations de démantèlement. Les travaux ont été conduits à leur terme.

Le site présente une contamination résiduelle des sols et des eaux souterraines. L'ASN a donc demandé à l'exploitant de déposer, en préalable au déclasserement, un dossier de demande d'institution de servitudes d'utilité publique visant à restreindre l'usage des sols et des eaux souterraines. La SICN a déposé ce dossier en mars 2014 auprès de la préfecture de l'Isère, ainsi que le dossier de demande de déclasserement des deux INB auprès de l'ASN.

Une enquête publique sur la demande d'institution de servitudes d'utilités publique a eu lieu en janvier 2019. L'arrêté de servitudes d'utilités publiques a été pris par le préfet de l'Isère en septembre 2019. Le déclasserement des INB 65 et 90 a été prononcé par deux décisions de l'ASN, homologuées par [arrêté du 12 décembre 2019](#).



Région Bourgogne Franche-Comté

La division de Dijon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région [Bourgogne-Franche-Comté](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :



p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 8 services de radiothérapie externe,
 - 4 services de curiethérapie,
 - 14 services de médecine nucléaire, dont 3 pratiquent la radiothérapie interne vectorisée,
 - 36 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
 - 53 scanners à visée diagnostique,
 - environ 800 appareils de radiologie médicale,
 - environ 2000 appareils de radiologie dentaire;



p. 230

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - environ 300 cabinets vétérinaires dont 3 avec des scanners,
 - environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 32 entreprises ayant une activité de radiographie industrielle,
 - 1 irradiateur industriel par source radioactive,
 - 1 scanner dédié à la recherche,
 - 2 accélérateurs, dont un pour de l'irradiation industrielle et l'autre pour la recherche et la production de médicaments destinés à l'imagerie médicale;



p. 258

- des activités liées au transport de substances radioactives;
- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :
 - 3 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
 - 5 organismes pour la mesure du radon,
 - 1 laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

En 2019, l'ASN a réalisé 74 inspections dans la région Bourgogne-Franche-Comté concernant le nucléaire de proximité, dont 28 inspections dans le secteur médical, 36 inspections dans les secteurs industriel de la recherche ou vétérinaire, 2 inspections concernant l'exposition au radon, 1 inspection dans le domaine des sites et sols pollués, 2 inspections pour la surveillance d'organismes ou de laboratoires agréés, et 5 inspections spécifiques au transport de substances radioactives.

En 2019, 1 événement significatif de niveau 1 classé sur l'[échelle INES](#) a été déclaré à l'ASN.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé 1 procès-verbal.

Les usines de fabrication de Framatome situées en Bourgogne-Franche-Comté ont également fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN. Les actions conduites par l'ASN dans ce cadre sont décrites dans le chapitre 10. L'ASN a réalisé dans ces usines 8 inspections en Bourgogne-Franche-Comté en 2019.



Région Bretagne

La division de Nantes contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 4 départements de la région [Bretagne](#). La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire de la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis) en démantèlement.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis), en démantèlement;



p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 10 services de radiothérapie externe,
 - 5 services de curiethérapie,
 - 10 services de médecine nucléaire,
 - 39 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles,
 - 54 scanners,
 - environ 2500 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 230

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - 1 cyclotron,
 - 15 sociétés de radiologie industrielle dont 4 en gammagraphie,
 - environ 450 autorisations d'équipements industriels et de recherche;



p. 258

- des activités liées au transport de substances radioactives;
- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :
 - 8 agences pour le contrôle de la radioprotection,
 - 18 établissements pour la mesure du radon,
 - 4 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

En 2019, l'ASN a réalisé 45 inspections, dont 2 inspections de la centrale des Monts d'Arrée en démantèlement, 40 inspections dans le nucléaire de proximité et 3 inspections dans le domaine des transports de substances radioactives.

En 2019, 2 événements significatifs ont été classés sur l'échelle INES au niveau 1 dans le milieu médical. Un événement a également concerné un travailleur d'une activité hors nucléaire, et a été classé sur l'[échelle INES](#) au niveau 2.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé 1 procès-verbal.



La centrale nucléaire de Brennilis

La centrale nucléaire de [Brennilis](#) est située dans le département du Finistère, sur le site des Monts d'Arrée, à 55 km au nord de Quimper. Dénommée EL4-D, cette installation (INB 162) est un prototype industriel de centrale nucléaire modérée à l'eau lourde et refroidie au dioxyde de carbone (70 MWe), arrêtée définitivement en 1985. Le [décret du 27 juillet 2011](#) a autorisé une partie des opérations de démantèlement, à l'exception du démantèlement du bloc réacteur. Le [décret du 16 novembre 2016](#) a prolongé le délai de réalisation des opérations de démantèlement, notamment celles portant sur :

- le démantèlement des échangeurs de chaleur ;
- l'assainissement et la démolition de la station de traitement des effluents.

En juillet 2018, EDF a déposé un dossier de demande concernant le démantèlement complet de son installation. Ce dossier, qui doit permettre de prescrire par décret le démantèlement du bloc réacteur, est en cours d'instruction.

Au cours de l'année 2019, EDF a poursuivi les aménagements préalables (préparation des accès et échafaudages), ainsi que les travaux de sécurisation et désamiantage de l'enceinte du réacteur afin de préparer les opérations de prélèvements d'échantillons dans le bloc réacteur. Ces opérations de prélèvements ont été autorisées par l'ASN par [décision n° CODEP-DRC-2019-039420 du 20 septembre 2019](#).

EDF a également réalisé des essais préparatoires en 2019 afin de mener ces opérations de prélèvements au début de l'année 2020.

En ce qui concerne le démantèlement de la station de traitement des effluents (STE), les travaux de démolition du radier engagés en août 2016 se sont prolongés et ont été achevés en début d'année 2018. L'exploitant a ensuite procédé au retrait des terres contaminées sous-jacentes à la STE après l'approbation de son plan de gestion des terres par l'ASN en avril 2018. Des contrôles contradictoires ont été menés par l'ASN après le retrait des terres, dont les résultats seront connus en 2020.

En outre, à la suite de la fuite d'eau contaminée décelée en mars 2017 dans un local situé dans l'enceinte du réacteur, EDF a réalisé en 2019 des investigations visant à identifier l'origine de la fuite et a préparé les investigations complémentaires à mener en amont des travaux de démantèlement du bloc réacteur.

L'ASN considère que l'exploitant conduit ses travaux dans le respect des exigences de sûreté et de radioprotection, mais doit s'améliorer dans la gestion des délais de réalisation des opérations autorisées.

En 2020, l'ASN poursuivra l'instruction du dossier de démantèlement complet, ainsi que du rapport de conclusion du réexamen périodique de l'installation de Brennilis qui a été déposé en fin d'année 2019.

Les sites et sols pollués et les sites miniers

L'ASN vient en appui des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) sur les sites et sols pollués et les sites miniers. Concernant les lieux de réutilisation des stériles miniers uranifères dans le domaine public, les dix zones de Bretagne concernées par des travaux prioritaires ont été traitées (retrait partiel ou total des

stériles miniers). Les matériaux ont été rapatriés sur l'ancien site minier de Prat-Mérien (56). Cinq zones concernées par la présence de boues et sédiments marqués radiologiquement par les eaux d'exhaure des anciennes mines d'uranium ont également été traitées. Les matériaux ont été retirés et transportés pour stockage sur le site de l'Écarpière (44).



Région Centre-Val de Loire

La division d'Orléans contrôle la sûreté, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région [Centre-Val de Loire](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire (2 réacteurs de 1300 MWe),
- la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly (4 réacteurs de 900 MWe),
- le site de Saint-Laurent-des-Eaux : la centrale nucléaire (2 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 2 réacteurs en démantèlement de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les silos d'entreposage de chemises graphite irradiées,
- le site de Chinon : la centrale nucléaire (4 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 3 réacteurs UNGG en démantèlement, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI) et le Magasin interrégional de combustible neuf (MIR) ;



p. 200

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 8 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 11 services de médecine nucléaire,
- 32 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 38 scanners,
- environ 2700 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



p. 230

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 10 sociétés de radiographie industrielle,
- environ 330 équipements industriels, vétérinaires et de recherche ;



p. 258

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 4 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

En 2019, l'ASN a réalisé 134 inspections dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection : 106 inspections des installations nucléaires des sites EDF de Belleville-sur-Loire, Chinon, Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux, et 28 inspections dans le nucléaire de proximité en région Centre-Val de Loire.

L'ASN a assuré par ailleurs 60 journées d'inspection du travail dans les centrales.

En 2019, 16 événements significatifs de niveau 1 classés sur l'[échelle INES](#) ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires EDF de la région Centre-Val de Loire. Dans le domaine du nucléaire de proximité, 1 événement concernant un patient en curiethérapie a été classé au niveau 2 sur l'[échelle ASN-SFRO](#).

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé 1 procès-verbal.



Centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire

La centrale nucléaire de [Belleville-sur-Loire](#) est située au nord-est du département du Cher, sur la rive gauche de la Loire, au carrefour de quatre départements (le Cher, la Nièvre, l'Yonne et le Loiret) et de deux régions administratives (Bourgogne-Franche-Comté et Centre-Val de Loire). La centrale comporte deux réacteurs de 1300 MWe, mis en service en 1987 et 1988, qui constituent respectivement les INB 127 et 128.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF dans le domaine de la radioprotection, de l'environnement et de la sûreté nucléaire.

La conduite de l'installation est en nette amélioration par rapport aux années précédentes, même si elle demeure en deçà du niveau attendu. Les quelques faiblesses qui persistent sont identifiées par l'exploitant, qui poursuit la mise en œuvre de son plan d'action. En particulier, l'ASN considère que l'exploitant doit encore s'améliorer sur la communication au sein et entre les équipes de conduite, ainsi que sur l'analyse robuste des résultats des essais périodiques et la surveillance des paramètres des réacteurs. À titre d'exemple, EDF a déclaré un [événement significatif de niveau 1](#) sur l'échelle INES du fait de la sortie, à deux reprises, du domaine de fonctionnement autorisé par les règles de sûreté de l'installation.

Par ailleurs, la gestion du risque d'incendie peut sensiblement progresser.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN constate que la situation est satisfaisante et se maintient à ce niveau depuis plusieurs années. Le service compétent en radioprotection s'est notamment amélioré dans la traçabilité et le suivi des actions visant à optimiser la dosimétrie des chantiers à fort enjeu de radioprotection.

Les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire en matière d'environnement sont satisfaisantes, même si une attention particulière doit être apportée par l'exploitant

Levée de la surveillance renforcée

Au vu des résultats de la surveillance renforcée de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire décidée en septembre 2017, l'ASN constate que l'état des installations et les pratiques en matière de sûreté se sont, de manière générale, sensiblement améliorés. Après les progrès relevés par l'ASN en 2018, les contrôles spécifiques réalisés durant l'année 2019 ont mis en évidence une amélioration des performances du site dans les domaines de la gestion des écarts et de la conduite des installations.

Par conséquent, [l'ASN a décidé en janvier 2020 de lever la surveillance renforcée de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire](#). Elle insiste néanmoins sur la nécessité pour le site de maintenir le niveau d'exigence atteint afin de pérenniser les améliorations constatées depuis 2017.

à la gestion du transport interne des matières dangereuses, où des améliorations sont attendues pour l'année 2020.

En matière d'inspection du travail, des contrôles ont été menés, notamment lors des arrêts pour maintenance, dans les domaines de la santé et de la sécurité au travail. En particulier, des inspections ont été effectuées en lien avec les travaux d'étanchéification de la paroi de l'enceinte de confinement des réacteurs. Les observations adressées à la centrale et aux entreprises sous-traitantes ont nécessité des actions correctives, contrôlées au cours de la réalisation des prestations. Par ailleurs, des rencontres régulières avec les instances représentatives du personnel ont eu lieu lors de CHSCT et lors de demandes ponctuelles des représentants du personnel sur des thématiques essentiellement axées sur l'application des lois sociales.

Centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly

La centrale nucléaire de [Dampierre-en-Burly](#) se situe sur la rive droite de la Loire, dans le département du Loiret, à environ 10 km en aval de Gien et 45 km en amont d'Orléans. Elle comprend quatre réacteurs nucléaires de 900 MWe, mis en service en 1980 et 1981. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 84, les réacteurs 3 et 4 l'INB 85. Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention, créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF dans le domaine de la sûreté nucléaire.

Cependant, les performances en matière d'environnement et de radioprotection demeurent en retrait par rapport à la moyenne nationale. Ces appréciations restent identiques à celles déjà formulées au titre de l'année 2018.

En matière de sûreté, les résultats sont globalement satisfaisants, avec notamment une bonne implication de la filière indépendante de sûreté et des équipes de conduite dans les analyses menées sur les événements significatifs. L'ASN constate cependant une recrudescence de fragilités organisationnelles entre les équipes de conduite et les autres services de la centrale, qui ont été à l'origine de plusieurs événements significatifs. Des fragilités dans la surveillance effectuée en salle de commande sont encore régulièrement constatées. L'ASN a par ailleurs de nouveau constaté une maîtrise partielle du risque d'incendie sur le site.



Concernant la maintenance des installations, l'ASN considère que la surveillance des prestataires, la déclinaison du référentiel de maintenance et la conformité matérielle des installations par rapport aux exigences applicables doivent progresser. Plusieurs inspections et événements significatifs révèlent également des erreurs de maintenance à la suite d'opérations d'entretien préventives et curatives (notamment sur les groupes électrogènes diesel de secours).

En matière de radioprotection, le site doit encore progresser. Malgré le plan de rigueur déployé par le site en 2019, qui a apporté quelques améliorations, l'ASN relève régulièrement des dysfonctionnements notables en matière de maîtrise de la propreté radiologique et de la dispersion de la contamination sur les chantiers. À titre d'exemple, des écarts récurrents sont relevés sur la surveillance et le bon état de fonctionnement des matériels de mise en dépression des circuits pour limiter la dispersion de la contamination.

Enfin, l'ASN considère que le site doit encore progresser dans la protection de l'environnement, notamment concernant la gestion des déchets et le confinement des liquides. L'ASN relève également des lacunes dans la maîtrise du risque de dispersion et de prolifération des légionelles au niveau du circuit tertiaire.

En matière d'inspection du travail, un travail important sur le risque électrique a été réalisé, portant notamment sur la gestion des contrôles réglementaires des installations électriques, les habilitations et l'application des règles de consignation. Des vérifications complémentaires ont également été demandées par l'inspection du travail sur certains systèmes électriques. Des actions d'amélioration sont attendues de la part de l'exploitant pour une meilleure maîtrise du risque électrique. À la suite de la survenue d'un accident grave du travail lié à la manutention et au levage, des inspections spécifiques ont été menées pour analyser les circonstances de l'accident et vérifier les actions correctives mises en place par l'exploitant.

SITE DE CHINON

Le [site de Chinon](#), situé sur le territoire de la commune d'Avoine dans le département d'Indre-et-Loire, en rive gauche de la Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement, d'autres à l'arrêt ou en cours de démantèlement. Au sud du site, la centrale de Chinon B comporte quatre réacteurs d'une puissance 900 MWe en fonctionnement, mis en service en 1982-1983 pour les deux premiers qui constituent l'INB 107, puis 1986-1987 pour les deux derniers qui constituent l'INB 132. Au nord, les trois anciens réacteurs appartenant à la filière UNGG (uranium naturel-graphite-gaz), dénommés Chinon A1, A2 et A3, sont en cours de démantèlement. Sont également implantés une installation d'expertise des matériaux activés ou contaminés, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI), dont les activités d'expertise ont cessé et ont été complètement transférées vers un nouveau laboratoire appelé le Lidec, et le Magasin interrégional de combustible neuf (MIR).

Centrale nucléaire de Chinon

Réacteurs B1, B2, B3 et B4 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de [Chinon](#) rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement. Si cette appréciation est identique à celle de l'année 2018 dans les domaines de la sûreté et de l'environnement, les performances en matière de radioprotection relevées en 2019 sont inférieures à celles constatées en 2018.

L'ASN considère que la centrale nucléaire se maintient à un niveau satisfaisant sur le plan de la sûreté. Identifiées comme des points faibles depuis plusieurs années, la gestion des activités de lignage et la réalisation des essais périodiques ont progressé. Ces progrès doivent être poursuivis car ces activités demeurent à l'origine d'un nombre important d'événements significatifs.

Une amélioration de la qualité des analyses de risques et de la traçabilité des opérations de maintenance a été constatée en 2019. Au regard des écarts à la réglementation constatés lors des inspections réalisées en 2019, l'ASN considère que l'exploitant doit significativement améliorer la gestion des risques liés à l'incendie et à l'explosion.

Les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière de radioprotection sont satisfaisantes et lui permettent d'obtenir de bons résultats en matière de dosimétrie et de propreté radiologique. Toutefois, l'année 2019 a été marquée par une recrudescence d'événements significatifs en radioprotection, en raison de faiblesses pour prévenir la dispersion de la contamination et d'une perte de robustesse de l'organisation générale du site en la matière.

Les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière d'environnement, bien que d'un niveau comparable à la moyenne nationale, doivent être améliorées. Si les limites de rejet pour les effluents gazeux et liquides demeurent respectées et si aucun dépassement n'a été constaté en 2019 concernant les rejets en légionelles et en amibes, de nombreux écarts à la réglementation ont été relevés concernant la gestion des déchets (constat déjà formulé en 2018) et le confinement des substances dangereuses. Ces écarts doivent faire l'objet d'actions prioritaires de l'exploitant.

En matière d'inspection du travail, des contrôles ont été réalisés, notamment lors des arrêts pour maintenance de la centrale nucléaire, dans les domaines de la santé et de la sécurité au travail. Des inspections thématiques ont également été menées, en particulier sur la gestion du risque d'explosion. Des améliorations sont attendues de la part de l'exploitant pour la démonstration de la maîtrise de la conformité des installations se trouvant dans des zones identifiées à risque d'explosion.



Réacteurs A1, A2 et A3 en démantèlement

La filière UNGG est constituée de six réacteurs, dont les réacteurs de Chinon A1, A2 et A3. Ces réacteurs de première génération fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur, et étaient refroidis au gaz. Au sein de cette filière, on distingue les réacteurs dits « intégrés », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson, et les réacteurs « non intégrés », dont les échangeurs se situent de part et d'autre du caisson du réacteur. Les réacteurs Chinon A1, A2 et A3 sont des réacteurs UNGG « non intégrés ». Ils ont été arrêtés respectivement en 1973, 1985 et 1990.

Les réacteurs A1 et A2 ont été partiellement démantelés et transformés en installations d'entreposage de leurs propres matériels (Chinon A1 D et Chinon A2 D). Ces opérations ont été autorisées respectivement par les décrets du [11 octobre 1982](#) et du [7 février 1991](#). Chinon A1 D est actuellement démantelé partiellement et est aménagé en [musée](#) – le musée de l'Atome –, depuis 1986. Chinon A2 D est également démantelé partiellement et abrite le [GIE Intra](#) (robots et engins destinés à intervenir sur des installations nucléaires accidentées).

Le démantèlement complet du réacteur Chinon A3 a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#), avec un scénario de démantèlement « sous eau ».

En mars 2016, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « en air » et le caisson de Chinon A2 serait démantelé en premier. Cette nouvelle stratégie a été instruite par l'ASN (voir chapitre 13).

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations nucléaires en démantèlement de Chinon (Chinon A1, A2 et A3) est satisfaisant. Les contrôles menés en 2019 ont notamment permis de constater la bonne maîtrise de la surveillance des intervenants extérieurs, exercée par EDF.

Les opérations de démantèlement des échangeurs du local sud de Chinon A3 se sont terminées en juin 2018, avec l'évacuation de tous les échangeurs. Malgré les dispositions prises dans le cadre du retour d'expérience des opérations dans le local Sud, le démantèlement des échangeurs du local Nord a été interrompu pour cause de présence d'amiante. Le redémarrage de ces opérations est envisagé en 2020.

LES INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE

Magasin interrégional de combustible neuf

Le Magasin interrégional de combustible neuf ([MIR](#)) de Chinon est une installation d'entreposage d'assemblages de combustible neufs, dans l'attente de leur utilisation dans divers réacteurs d'EDF, mise en service en 1978. Elle constitue l'INB 99. Avec le MIR du Bugey, l'installation concourt à la gestion des flux d'approvisionnement des réacteurs en assemblages de combustible.

Début 2018, l'ensemble des assemblages de combustible a été évacué de l'installation afin de pouvoir, en 2019, remplacer le pont de manutention. L'ASN considère que le chantier s'est bien déroulé et a constaté, lors d'une inspection, la bonne tenue des locaux.

L'exploitation nominale reprendra début 2020 avec une reprise de la réception d'assemblages, dans le cadre d'un référentiel actualisé, autorisé par l'ASN.

LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE EN DÉMANTÈLEMENT

Atelier des matériaux irradiés

L'Atelier des matériaux irradiés ([AMI](#)), déclaré et mis en service en 1964, est situé sur le site nucléaire de Chinon et exploité par EDF. Cette installation (INB 94), dont le fonctionnement a cessé, est en attente de démantèlement. Elle était destinée essentiellement à la réalisation d'examen et d'expertises sur des matériaux activés ou contaminés en provenance des réacteurs à eau sous pression.

Les activités d'expertise ont été complètement transférées en 2015 dans une nouvelle installation du site, le Laboratoire intégré du Ceidre (Lidéc).

Dans la perspective du démantèlement de l'installation, les activités de l'AMI sont désormais essentiellement des opérations de surveillance et de préparation au démantèlement. L'année 2019 a été principalement marquée par la poursuite du traitement et de l'évacuation de déchets anciens et de divers équipements inutilisés, ainsi que par des opérations courantes d'exploitation et de surveillance et la préparation des futures opérations de démantèlement.

L'ASN a poursuivi son instruction du dossier de démantèlement et a rendu son avis sur le projet de décret de démantèlement début 2020.

L'ASN estime que la gestion des opérations de traitement des déchets, la réalisation des contrôles et essais périodiques et le suivi des équipements sous pression sont satisfaisants. Une vigilance particulière doit être portée aux dispositions de maîtrise du risque d'incendie. Des insuffisances dans le respect des règles d'exploitation ont été constatées et appellent une attention particulière dans la mise en œuvre de dispositions pour éviter leur renouvellement.

Dans un contexte où les activités de l'installation comportent de nombreux chantiers spécifiques, l'ASN sera vigilante à la maîtrise des évolutions de l'installation et des plannings annoncés.



SITE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX

Le [site de Saint-Laurent-des-Eaux](#), situé sur le territoire de la commune de Saint-Laurent-Nouan dans le Loir-et-Cher, en bord de Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement et d'autres en cours de démantèlement. La centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux comporte deux réacteurs B1 et B2 en fonctionnement, mis en service en 1980 et 1981, qui constituent l'INB 100. Le site comporte également deux anciens réacteurs nucléaires A1 et A2 de la filière UNGG en phase de démantèlement, et les deux silos d'entreposage des chemises de graphite provenant de l'exploitation des réacteurs A1 et A2.

Centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de [Saint-Laurent-des-Eaux](#) rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF dans le domaine de l'environnement et de la sûreté, tout en soulignant une baisse de rigueur en matière de conduite des installations. Les performances en matière de radioprotection sont toutefois en retrait par rapport à la moyenne nationale.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que la centrale nucléaire n'a pas amélioré ses performances par rapport à 2018 malgré la mise en place d'un « plan de rigueur sûreté ». L'ASN souligne tout de même la bonne tenue générale des chantiers et un état des matériels contrôlés satisfaisant. Cependant, des manques de rigueur dans l'exploitation et la conduite des installations ont encore été observés en 2019. De nombreux événements mettent en évidence des défauts dans la gestion des changements d'état des réacteurs et dans l'application des règles générales d'exploitation. L'organisation de la centrale nucléaire pour détecter les écarts lors des activités de maintenance sur les circuits primaire et secondaires a montré des lacunes. Une action volontaire de l'exploitant concernant le respect des règles de conduite des installations est attendue pour 2020. L'ASN note toutefois une bonne maîtrise de la réalisation des essais périodiques.

De manière générale, les performances de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux dans le domaine de la radioprotection sont en retrait pour l'année 2019. La gestion des entreposages doit être mieux maîtrisée et les règles de confinement doivent être mieux définies et surveillées par EDF. Enfin, malgré plusieurs bonnes pratiques identifiées en inspection, l'ASN considère que le site doit renforcer son processus d'optimisation des doses en amont des interventions à enjeu.

L'organisation de la centrale nucléaire pour répondre aux exigences réglementaires dans le domaine de l'environnement est jugée satisfaisante. Les différentes installations contrôlées sont bien tenues. La réalisation d'un exercice simulant un déversement de substances dangereuses a montré une bonne organisation du site, la bonne connaissance des actions à réaliser et leur mise en œuvre dans la sérénité. La gestion

des rétentions a toutefois montré quelques faiblesses, avec des entreposages de matériels non conformes et des écoulements non détectés.

En matière d'inspection du travail, une inspection approfondie sur le sujet de l'incendie, de l'évacuation et la mise en sécurité du personnel en cas d'incident ou accident a notamment été effectuée. À la suite des observations de l'inspection du travail, des actions d'amélioration sont attendues de la part de l'exploitant sur l'utilisation et la maintenance des systèmes d'évacuation, ainsi que sur l'organisation des secours mise en place par le site. L'inspection du travail évaluera les mesures prises lors de prochaines inspections. Un effort tout particulier doit être mené sur l'audibilité des sirènes au sein des bâtiments.

Réacteurs A1 et A2 en démantèlement

L'ancienne centrale de Saint-Laurent-des-Eaux constitue une INB qui comprend deux réacteurs UNGG « intégrés », les [réacteurs Saint-Laurent-des-Eaux A1 et A2](#). Ces réacteurs de première génération, qui fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur et étaient refroidis au gaz. Leur mise à l'arrêt définitif a été prononcée respectivement en 1990 et 1992. Le démantèlement complet de l'installation a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#).

En mars 2016, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt (voir chapitre 13).

L'ASN, qui instruit le rapport de conclusions du réexamen périodique de Saint-Laurent-des-Eaux A transmis fin 2017, a réalisé une inspection spécifique en 2019. L'ASN a relevé que l'organisation mise en place par EDF pour la conduite de ce réexamen est satisfaisante, mais a néanmoins constaté que la justification de certaines analyses de conformité pouvait être améliorée.

En 2019, les chantiers de démantèlement se sont poursuivis, mais plusieurs d'entre eux ont pris du retard dans leur réalisation, à la suite de difficultés organisationnelles et techniques, ou de problématiques liées à la présence d'amiante. EDF a également poursuivi ses efforts pour évacuer les déchets liquides et solides.

L'ASN considère que le niveau de sûreté des réacteurs de Saint-Laurent-des-Eaux A est satisfaisant. L'ASN a constaté, lors de ses inspections, une bonne tenue générale des locaux et des chantiers. De plus, l'organisation et les outils mis en place pour le suivi des écarts et la surveillance des intervenants extérieurs sont satisfaisants. Cependant, l'organisation de Saint-Laurent-des-Eaux A, relative à la gestion des situations d'urgence, doit être améliorée afin de mieux prendre en compte les spécificités des installations en démantèlement. L'ASN sera également attentive à la gestion des déchets liquides, notamment aux solutions qui seront proposées par EDF pour faire suite à l'événement de perte de confinement de deux fûts sur une aire d'entreposage de déchets nucléaires, détectée à l'été 2019.



Silos de Saint-Laurent-des-Eaux

L'[installation](#), autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#), est constituée de deux silos dont la fonction est l'entreposage de chemises de graphite irradiées issues de l'exploitation des réacteurs UNGG de Saint-Laurent-des-Eaux A. Le confinement statique de ces déchets est assuré par les structures des casemates en béton des silos, dont l'étanchéité est assurée par un cuvelage en acier. Par ailleurs, EDF a mis en place en 2010 une enceinte géotechnique autour des silos, permettant de renforcer la maîtrise du risque de dissémination de substances radioactives, qui constitue l'enjeu principal de l'installation.

L'exploitation de cette INB (INB 74) se limite à des mesures de surveillance et d'entretien (contrôles et mesures de surveillance radiologique des silos, contrôle de l'absence d'entrée d'eau, de l'hygrométrie, des débits de dose au voisinage des silos, de l'activité de la nappe, suivi de l'état du génie civil). Ces actions sont réalisées de façon globalement satisfaisante.

Dans le cadre du changement de stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG, EDF a annoncé en 2016 sa décision d'engager les opérations de sortie des chemises de graphite des silos sans attendre la disponibilité de l'exutoire pour les déchets de graphite. Dans ce but, EDF envisage la création d'une nouvelle installation d'entreposage des chemises de graphite sur le site de Saint Laurent-des-Eaux.

EDF a reporté d'un an, c'est-à-dire à fin 2021, le dépôt du dossier de démantèlement, qui prendra en compte les opérations de désilage, d'assainissement et de démolition des silos actuels.



Collectivité de **Corse**

La division de Marseille contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans la collectivité de [Corse](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :



p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 2 services de radiothérapie externe,
 - 2 services de médecine nucléaire,
 - 7 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
 - 9 scanners,
 - environ 330 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 230

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - environ 40 vétérinaires utilisant des appareils de radiodiagnostic,
 - environ 40 établissements industriels et de recherche;



p. 258

- des activités liées au transport de substances radioactives;
- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :
 - 2 organismes pour la mesure du radon.

En 2019, l'ASN a réalisé 5 inspections en Corse, dont 4 dans le domaine médical et 1 dans le domaine industriel.



Départements et régions d'outre-mer

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les [6 départements et régions d'outre-mer](#) (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion, Mayotte, Saint-Pierre-et-Miquelon). Celle-ci intervient également en tant qu'expert auprès des autorités compétentes de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :



p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical :
 - 4 services de radiothérapie externe,
 - 1 service de curiethérapie,
 - 5 services de médecine nucléaire,
 - 20 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
 - environ 30 établissements détenant au moins un scanner,
 - environ 100 cabinets de radiologie médicale,
 - environ 1000 appareils de radiologie dentaire;



p. 230

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :
 - plus de 70 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire,
 - 2 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
 - 1 cyclotron;



p. 258

- des activités liées au transport de substances radioactives.

En 2019, dans les départements et régions d'outre-mer, 19 inspections ont été réalisées dans le domaine du nucléaire de proximité. Trois campagnes d'inspections sur place ont été réalisées par la division de Paris de l'ASN.

En 2019, un événement concernant les travailleurs a été classé au niveau 1 sur l'[échelle INES](#).



Région Grand Est

Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 10 départements de la [région Grand Est](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Cattenom (4 réacteurs de 1300 MWe),
- la centrale nucléaire de Chooz A (en cours de démantèlement),
- la centrale nucléaire de Chooz B (2 réacteurs de 1450 MWe),
- la centrale nucléaire de Fessenheim (2 réacteurs de 900 MWe) dont 1 à l'arrêt définitif depuis le 22 février 2020,
- la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte implanté à Soullaines-Dhuys dans l'Aube (CSA) ;

■ le projet Cigéo de stockage géologique de déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue ;



p. 200

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 15 services de radiothérapie externe,
- 5 services de curiethérapie,
- 20 services de médecine nucléaire,
- 83 scanners,
- environ 80 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



p. 230

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 85 établissements vétérinaires,
- environ 250 activités industrielles relevant du régime d'autorisation,
- environ 50 laboratoires de recherche, principalement implantés dans les universités de la région ;



p. 258

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :
 - 5 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

En 2019, l'ASN a mené 182 inspections dans la région Grand Est, dont 71 dans les centrales nucléaires en activité, 7 dans les installations de stockage de déchets radioactifs et sur le site de la centrale nucléaire de Chooz A en démantèlement, 85 dans le domaine du nucléaire de proximité, 5 concernant le transport de substances radioactives et 14 concernant des organismes agréés ou laboratoires agréés.

L'ASN a par ailleurs réalisé 23 journées d'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

Au cours de l'année 2019, 18 événements significatifs déclarés par les exploitants des installations nucléaires de la région Grand Est ont été classés au niveau 1 sur l'[échelle INES](#).

Dans le domaine du nucléaire de proximité, 3 événements significatifs dans le domaine industriel ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES.



Centrale nucléaire de Cattenom

La centrale nucléaire de [Cattenom](#) est située sur la rive gauche de la Moselle, à 5 km de la ville de Thionville et à 10 km du Luxembourg et de l'Allemagne.

Elle comprend quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance unitaire de 1300 MWe mis en service entre 1986 et 1991. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 124, 125, 126 et 137. C'est, avec les centrales de Paluel et de Gravelines, une des centrales les plus grandes dans le monde en puissance installée.

L'ASN considère que, malgré une relative amélioration en 2018, l'année 2019 a été marquée par une nouvelle dégradation des performances de la centrale de Cattenom en matière d'exploitation et de maintenance, sans toutefois que les indicateurs de mesure de la sûreté se détachent fortement par rapport à la moyenne des centrales exploitées par EDF.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, les résultats ont été maîtrisés de manière satisfaisante dans un contexte marqué par un épisode de canicule. Enfin, en matière de radioprotection, les résultats restent contrastés malgré les efforts entrepris.

Plusieurs événements ont mis en lumière un manque de rigueur dans la préparation ou la réalisation des activités d'exploitation des réacteurs, et des écarts techniques ou documentaires ont été constatés lors d'interventions sur le terrain. En matière de maintenance, l'année 2019 a été marquée par un programme chargé, avec trois arrêts de réacteurs pour visite partielle, dont deux se sont en partie chevauchés, notamment du fait de retards liés à des aléas lors du redémarrage. Dans cette situation de charge industrielle importante, des activités de maintenance ont montré des faiblesses dans la réalisation des gestes techniques (conduisant à des erreurs de maintenance) ou dans les requalifications de matériels. La capacité à gérer les événements fortuits, le délai de déclaration et la qualité d'analyse des événements significatifs restent satisfaisants.

L'exploitant a pris la mesure de la baisse de performance et a lancé un plan d'action pour améliorer la rigueur d'exploitation fin 2019.

En matière d'environnement, l'année 2019 a été marquée par les effets de la canicule, avec un étiage long et important de la Moselle. Le site a ainsi dû recourir au fonctionnement en recirculation de la retenue voisine du Mirgenbach. Par ailleurs, la réserve du barrage du Vieux-Pré a été fortement sollicitée en soutien au débit de la Moselle pour compenser le prélèvement d'eau nécessaire au fonctionnement des tours aéro-réfrigérantes. Aucun déversement accidentel n'a été déclaré en 2019, mais deux événements liés à la maîtrise des rejets aqueux et atmosphériques ont été relevés.

En matière de radioprotection, l'année 2019 a été marquée par la survenue d'écarts portant sur le respect des règles de base pour l'accès en zone classée et sur la maîtrise de la dispersion de la contamination, dans un contexte de forte activité liée aux arrêts de réacteurs. Cependant les engagements pris par le site depuis 2017 pour améliorer la radioprotection ont été largement respectés.

Enfin, en matière de sécurité au travail, l'ASN a constaté qu'une dynamique est en place sur le thème de la maîtrise des risques d'atmosphère explosive qui doit être poursuivie.

Une inspection portant sur la régularité des conditions d'intervention d'entreprises internationales sur le territoire français a été réalisée en commun avec des inspecteurs de l'Unité régionale d'appui et de contrôle de lutte contre le travail illégal (Uracti) de la Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (Dirccte). Elle a permis d'identifier des écarts concernant des entreprises sous-traitantes lors du déroulement de leurs interventions.

Centrale nucléaire de Chooz

La centrale nucléaire de Chooz est exploitée par EDF dans le département des Ardennes, sur le territoire de la commune de Chooz, à 60 km au nord de Charleville-Mézières. Le site est constitué de la [centrale nucléaire des Ardennes](#), dite Chooz A, comprenant le réacteur A (INB 163), exploité de 1967 à 1991, dont les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement ont été autorisées par le [décret n° 2007-1395 du 27 septembre 2007](#), et la centrale nucléaire de [Chooz B](#), comprenant deux réacteurs d'une puissance de 1 450 MWe chacun (INB 139 et 144), mis en service en 2001.

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement de la centrale nucléaire de Chooz B rejoignent globalement l'appréciation générale des performances portée sur EDF.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, l'ASN constate qu'une dynamique de progrès a été maintenue dans un contexte pourtant marqué par une forte activité liée à la visite décennale du réacteur 2. Concernant l'exploitation des réacteurs, une vigilance particulière doit néanmoins être portée à la qualité des analyses de risques liées aux interventions en période d'activités accrues.

Concernant la maintenance, des défauts dans l'approvisionnement des pièces de rechange sont à l'origine de plusieurs événements significatifs. La qualité de la documentation opérationnelle peut encore être améliorée. Un effort doit également porter sur la formation des agents, notamment pour les activités complexes ou impliquant plusieurs spécialités.

Par ailleurs, l'ensemble des actions concourant à l'optimisation de la radioprotection sur les chantiers, de l'analyse préliminaire



des risques jusqu'au respect des consignes, doit être amélioré. L'exploitant doit de surcroît maintenir sa vigilance pour maîtriser la propreté radiologique des installations et renforcer la rigueur dans les comportements individuels.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère l'organisation du site globalement satisfaisante. Elle note en particulier une gestion correcte et réactive des principaux événements dans ce domaine.

Enfin, le contrôle assuré au titre de l'inspection du travail n'a pas mis en évidence de non-conformité majeure, mais a régulièrement souligné des insuffisances en matière d'optimisation de la radioprotection des travailleurs.

Réacteur A en démantèlement

En 2019, les travaux de démantèlement de la cuve se sont poursuivis, en particulier le conditionnement du couvercle de cuve et son expédition vers le centre de stockage de l'Aube.

D'une manière générale, l'ASN considère que l'exploitant doit progresser dans les différents domaines de la radioprotection, de la surveillance des prestataires et de l'environnement.

Dans le domaine de la radioprotection, la prise en compte du risque de contamination aux particules alpha est un enjeu majeur sur le site. Une recrudescence des cas de contamination interne a été observée en 2019. Ces constats ont été en particulier réalisés au titre de la mission d'inspection du travail sur les chantiers de démantèlement. Des efforts particuliers sont à fournir par l'exploitant pour améliorer la situation en la matière, ce qui inclut également le domaine de la surveillance des prestataires.

Dans le domaine de l'environnement, l'ASN considère que l'exploitant doit porter une vigilance particulière au respect des filières d'élimination des déchets.

Centrale nucléaire de Fessenheim

La centrale nucléaire de [Fessenheim](#) comprend deux réacteurs à eau sous pression, d'une puissance unitaire de 900 MWe. Elle est située à 1,5 km de la frontière allemande et à 30 km environ de la Suisse. Les deux réacteurs ont été mis en service en 1977 et s'arrêteront définitivement en 2020.

L'ASN considère que la performance de la centrale nucléaire de Fessenheim reste à un niveau satisfaisant en matière de sûreté nucléaire, tant au plan de l'exploitation des réacteurs que de la mise en œuvre des programmes de maintenance des installations; l'installation se situe favorablement par rapport à la moyenne nationale dans les domaines de la sûreté et de l'environnement, et dans la moyenne dans le domaine de la radioprotection.

Ainsi, après une bonne année 2018, l'exploitation en 2019 a fait apparaître quelques événements en lien avec la fiabilisation des interventions et des opérations de conduite, mais sans remettre en cause le jugement globalement positif de l'ASN. Les bons résultats sur le nombre d'arrêts automatiques montrent le maintien rigoureux des actions de prévention en la matière. Le site est également très performant sur le transport externe et interne des substances radioactives. L'organisation du site pour la mise en œuvre du plan d'urgence interne (PUI) apparaît solide, et la réactivité des équipes d'intervention et des agents en charge du déploiement des moyens locaux de crise a été très positivement remarquée lors des inspections de l'ASN.

L'ASN a constaté en 2019 plusieurs événements montrant une relative faiblesse du site en matière de gestion du risque d'incendie, par exemple sur la configuration des circuits, la surveillance des équipements de protection contre l'incendie, ou sur les capacités des moyens d'intervention présents sur le site.

En revanche, il n'a pas été détecté d'écart sur les sujets des permis de feu, de la sectorisation et des charges calorifiques, qui paraissent bien gérés.

L'année 2019 a été marquée par un programme de maintenance particulier, avec deux arrêts de réacteur pour visite partielle, planifiés tardivement compte tenu du report de la date d'arrêt définitif initialement prévue, et avec des chantiers adaptés au contexte de fermeture prochaine. Ce programme a été conduit de manière correcte. L'ASN a noté une forte volonté du site de maintenir les installations dans un état exemplaire, avec un bon niveau d'implication des agents et de la hiérarchie dans la maintenance et l'état des installations.

En matière de gestion de l'environnement, aucun événement ne conduit à remettre en cause le jugement globalement positif des années précédentes.

Enfin, en matière de radioprotection, l'année 2019 a été marquée par quelques événements relatifs à des accès en zone classée ou à la maîtrise du risque de dispersion de contamination. Ce dernier point révèle une fragilité potentielle sur les activités atypiques de décontamination, qui nécessitera une vigilance particulière dans le cadre des activités futures du site. Quelques écarts ponctuels ont été relevés par rapport à la réglementation incendie pour la sécurité des travailleurs, mais la performance du site en matière de sécurité au travail reste satisfaisante.



Préparation de la mise à l'arrêt définitif du site de Fessenheim

EDF a transmis à la ministre chargée de la sûreté nucléaire et à l'ASN, en septembre 2019, la déclaration d'arrêt définitif de la centrale nucléaire de [Fessenheim](#), qui constitue l'INB 75, conformément à l'[article L. 593-26 du code de l'environnement](#). Le réacteur 1 s'est arrêté le 22 février 2020 et le réacteur 2 s'arrêtera le 30 juin 2020. Conformément au code de l'environnement, EDF a joint à sa déclaration d'arrêt un [plan de démantèlement](#) décrivant la stratégie envisagée pour réaliser le démantèlement de la centrale. EDF devra ensuite déposer un dossier de démantèlement dans le but d'obtenir un décret qui lui permettra d'engager les opérations de démantèlement. Ce dossier de démantèlement fera l'objet d'une instruction technique et sera soumis à enquête publique.

Le démantèlement des réacteurs à eau sous pression bénéficie déjà d'un bon retour d'expérience international. En France, le réacteur de [Chooz A](#), dans les Ardennes, utilise la même technologie et est également en cours de démantèlement. Pour la centrale de Fessenheim, EDF prévoit aujourd'hui 5 ans d'opérations préparatoires au démantèlement, qui s'étaleront de l'arrêt définitif à l'obtention du décret de démantèlement. Ces opérations préparatoires comprennent notamment l'évacuation du combustible du cœur du réacteur, ainsi que des combustibles usés entreposés dans les piscines. Une fois le décret de démantèlement paru, EDF envisage une durée des opérations de démantèlement de 15 ans jusqu'à l'atteinte de l'état final, puis le déclassement de l'INB.

De façon générale, le plan de démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim transmis par EDF n'est pas suffisamment détaillé pour une installation aussi proche de son arrêt définitif. [L'ASN a donc demandé à EDF](#), en décembre 2019, de justifier et préciser davantage sa stratégie, notamment concernant les délais des opérations de démantèlement et la gestion des déchets. L'ASN constate, dans ce cadre, qu'EDF prévoit d'envoyer les anciens générateurs de vapeur actuellement entreposés sur site en Suède, pour qu'ils soient valorisés dans son usine de Cyclife Sweden, alors que des modalités de ce type de valorisation restent à élaborer au regard du droit français.

En outre, EDF a déposé en juin 2018 un dossier d'orientation du réexamen des réacteurs de Fessenheim. En effet, EDF devra déposer, avant le 10 septembre 2020 pour le premier réacteur, et le 28 août 2022 pour

le second, les rapports de conclusion du réexamen. Ce dossier d'orientation permet de cadrer le contour des analyses de conformité et des réévaluations de sûreté qui devront être menées pour le réexamen périodique. L'ASN a également demandé à EDF en décembre 2019 des précisions notamment sur le périmètre de l'examen de conformité proposé par EDF, et la justification des méthodologies employées et des aléas considérés pour la réévaluation de sûreté. Les rapports de réexamen devront permettre à l'ASN de s'assurer du maintien de la sûreté de l'installation durant les phases préparatoires au démantèlement et de démantèlement.

En novembre 2019, une inspection de revue a eu lieu à la Direction des projets de déconstruction et déchets (DP2D) d'EDF, ainsi que sur le site de Fessenheim. L'ASN a constaté des lots du projet insuffisamment détaillés et l'avancement insuffisant des études techniques à ce stade du projet de démantèlement.

EDF doit renforcer le pilotage du projet de démantèlement de Fessenheim afin de disposer d'une vision globale du projet, intégrant toutes ses interactions. Elle estime, en outre, qu'EDF doit améliorer son organisation pour établir et valider les décisions structurantes pour le scénario de démantèlement, à partir d'hypothèses justifiées et formalisées.

Sur le plan opérationnel local, le site a d'ores et déjà engagé la planification et la préparation des opérations de mise à l'arrêt des réacteurs en 2020, ainsi que la gestion des effectifs et des compétences pendant la période préalable au démantèlement. L'ASN a observé le maintien à un niveau très satisfaisant de l'implication du personnel, et considère que la gestion des enjeux organisationnels et humains, dans le contexte de la perspective de fermeture du site, a été d'un excellent niveau.

Par ailleurs, un certain nombre de prescriptions réglementaires, notamment celles liées à la mise en œuvre des améliorations de sûreté faisant suite au retour d'expérience de l'accident de Fukushima, nécessite d'être adaptées à la configuration d'un site qui ne sera plus en production, mais en attente de son démantèlement. En conséquence, l'ASN a engagé la [modification de certaines prescriptions](#), en particulier l'exigence de construction de diesels d'ultime secours et la désignation des moyens attendus au titre du « [noyau dur](#) » (voir chapitre 10, point 2.9).

Centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine

La centrale nucléaire de [Nogent-sur-Seine](#), exploitée par EDF dans le département de l'Aube, sur le territoire de la commune de Nogent-sur-Seine, à 70 km au nord-ouest de Troyes, est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe chacun, mis en service en 1987 et 1988. Le réacteur 1 constitue l'INB 129, le réacteur 2 constitue l'INB 130.

L'ASN considère que les performances du site de Nogent-sur-Seine en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement se placent dans la moyenne des centrales exploitées par EDF.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, l'exploitant doit maintenir ses efforts de rigueur en matière d'exploitation des réacteurs.



L'ASN note en particulier que la phase de redémarrage du réacteur 1 a fait l'objet d'un nombre inhabituel d'événements et constate que la vigilance des intervenants, notamment en salle de commande, doit être maintenue, y compris en cas d'activités accrues. Une attention particulière doit également être portée aux opérations de configuration des circuits.

Concernant la maintenance, l'ASN considère que la situation est globalement satisfaisante, dans un contexte dense d'activités liées à la visite décennale du réacteur 1. L'ASN note les progrès constatés dans le domaine de la surveillance des interventions, dont le caractère pertinent et adapté reste toutefois encore insuffisant pour les activités de modification des installations. L'exploitant doit par ailleurs veiller à assurer une traçabilité rigoureuse du traitement des écarts observés sur les matériels.

Sur le plan de la radioprotection, l'ASN considère que l'exploitant a su poursuivre la correction des dysfonctionnements observés les années antérieures concernant les dispositions de protection des travailleurs. La perte de maîtrise de la protection radiologique d'un chantier à enjeu lors de la visite décennale du réacteur 1 appelle néanmoins à la vigilance dans ce domaine pour les chantiers similaires à venir.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN note une évolution positive, mais considère que l'exploitant doit maintenir sa vigilance sur la gestion interne des effluents et le confinement des substances liquides.

Enfin, le contrôle assuré au titre de l'inspection du travail n'a pas mis en évidence de non-conformité majeure : l'ASN a porté une attention particulière à la conformité de la machine de manutention du combustible au cours de la visite décennale du réacteur 1, à la suite des opérations correctives apportées par l'exploitant.

Centre de stockage de l'Aube

Autorisé par le décret du 4 septembre 1989 et mis en service en janvier 1992, le [centre de stockage de l'Aube](#) (CSA) a pris le relais du centre de stockage de la Manche qui a cessé ses activités en juillet 1994, en bénéficiant de son retour d'expérience. Cette installation, implantée à Soullaines-Dhuys, présente une capacité de stockage d'un million de mètres cube de déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC). Il constitue l'INB 149. Les opérations autorisées dans l'installation incluent le conditionnement des déchets, soit par injection de mortier dans des caissons métalliques de 5 ou 10 m³, soit par compactage de fûts de 200 litres.

À la fin de l'année 2019, le volume des déchets stockés était d'environ 345 000 m³, soit 34,5% de la capacité autorisée. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 dans le rapport de conclusions du réexamen périodique du CSA, la saturation de la capacité du CSA pourrait intervenir à l'horizon 2062, au lieu de 2042 initialement prévu, grâce à une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs chroniques de livraison.

L'ASN considère que le CSA est exploité dans des conditions satisfaisantes au titre de la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement.

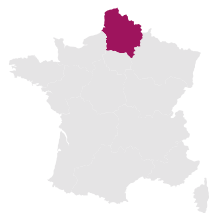
En 2019, le CSA a mis en service, après autorisation de l'ASN, l'installation de contrôle des colis, permettant de disposer de moyens de contrôle plus performants de la qualité des colis reçus. Le centre a par ailleurs engagé la construction de nouveaux ouvrages destinés au stockage de déchets.

L'analyse technique du rapport de réexamen périodique du CSA, destiné notamment à évaluer la sûreté de l'installation en fonction de l'évolution prévue de ses activités sur les 10 prochaines années, s'est poursuivie en 2019. L'ASN se prononcera en 2020 sur les conditions d'exploitation du CSA.

Projet de centre de stockage en couche géologique profonde

L'ASN considère que les expérimentations et travaux scientifiques menés par l'Andra dans le laboratoire souterrain de Bure

se sont poursuivis en 2019 avec un bon niveau de qualité, comparable à celui des années antérieures.



Région Hauts-de-France

La division de Lille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Hauts-de-France](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ une installation nucléaire de base :

- la centrale nucléaire de Gravelines (6 réacteurs de 900 MWe) exploitée par EDF;



p. 200

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 19 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 28 services de médecine nucléaire,
- 92 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 126 scanners,
- environ 4 600 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 230

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 1 accélérateur destiné à contrôler des trains de fret (voir chapitre 8),
- 600 établissements industriels et de recherche, dont 29 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle, 3 accélérateurs de particules dont 2 cyclotrons, 38 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région et 19 entreprises utilisant des gammadensimètres,
- 340 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



p. 258

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 4 agences d'organismes pour le contrôle de la radioprotection.

En 2019, l'ASN a réalisé 126 inspections dans la région des Hauts-de-France, dont 22 inspections à la centrale nucléaire de Gravelines, 96 inspections dans le nucléaire de proximité et 8 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 41 interventions en matière d'inspection du travail sur la centrale nucléaire de Gravelines.

Au cours de l'année 2019, 6 événements significatifs classés au niveau 1 de l'[échelle INES](#) ont été déclarés par la centrale nucléaire de Gravelines.

Dans le nucléaire de proximité, 5 événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES.



Centrale nucléaire de Gravelines

La centrale nucléaire de [Gravelines](#), exploitée par EDF, est située dans le département du Nord, en bordure de la mer du Nord, entre Calais et Dunkerque. Cette centrale nucléaire est constituée de six réacteurs à eau sous pression (900 MWe) d'une puissance totale de 5 400 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 96, les réacteurs 3 et 4 l'INB 97, les réacteurs 5 et 6 l'INB 122.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Gravelines en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur EDF, mais que ses résultats en matière de sûreté nucléaire la placent en retrait par rapport à cette appréciation générale.

L'amélioration des performances en matière de sûreté nucléaire perçue en 2018, notamment lors de l'inspection de revue menée du 14 au 18 mai 2018, ne s'est pas poursuivie en 2019. L'ASN constate notamment une dégradation des résultats en matière de fiabilisation des pratiques. L'exploitant doit également rester vigilant sur la disponibilité des systèmes attachés à la fonction de refroidissement.

Sur le plan de la maintenance, l'année 2019 a été marquée par des problèmes rencontrés sur les pompes et les tuyauteries véhiculant de l'eau de mer. Par ailleurs, certains équipements de protection contre les agressions externes présentent des phénomènes de corrosion pouvant remettre en cause leur efficacité. L'exploitant doit réagir face aux problèmes récurrents de corrosion sur les installations.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Gravelines doit mieux maîtriser la maintenance de ses installations de traitement des effluents radioactifs produits par l'exploitation des réacteurs.

Sur le plan de la radioprotection, l'ASN continue de noter des faiblesses dans la maîtrise des accès à certaines zones présentant des risques d'exposition radiologique. Des progrès sont également attendus au niveau du suivi des chantiers à risque de contamination interne qui ont été à l'origine d'événements significatifs de radioprotection en 2019.

Au titre de l'inspection du travail, 41 interventions ont été réalisées au cours de l'année 2019 dans la centrale nucléaire de Gravelines. Les inspections se sont réparties entre des inspections menées sur les chantiers de maintenance, réalisées notamment au cours des arrêts de réacteurs, et des inspections thématiques (exposition aux risques chimiques, levage). Des rencontres ont été organisées avec la direction, des membres du CHSCT et des représentants du personnel. L'ASN a sollicité l'organisation de réunions techniques sur des sujets particuliers, comme les risques liés au remplacement des générateurs de vapeur sur le réacteur 5 ou l'organisation mise en place sur le site pour la gestion des risques et la sécurité au travail. L'ASN reste en effet vigilante à la formation des intervenants effectuant des travaux en hauteur et aux précautions à prendre lors du levage de charges. Aucun accident grave n'a été à déplorer en 2019. L'inspecteur du travail de l'ASN a cependant procédé à un arrêt temporaire de travaux après avoir constaté une situation dangereuse sur le chantier des moteurs Diesel d'ultime secours.

Les sites et sols pollués et les sites miniers

L'ASN a poursuivi son action et a apporté son appui à la Dreal en matière de préconisations de sécurité relatives à la radioprotection dans le cadre d'un projet d'aménagement

de la friche industrielle PCUK (Produits chimiques Ugine-Kuhlmann), sur laquelle sont entreposés des résidus de phosphogypse.



Région Île-de-France

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région [Île-de-France](#). La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire dans les installations nucléaires de base dans cette région.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- des installations nucléaires de base contrôlées par la division d'Orléans :
 - le site CEA de Saclay du centre CEA Paris-Saclay,
 - l'usine de production de radioéléments artificiels (UPRA) exploitée par CIS bio international à Saclay,
 - le site CEA de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay;



p. 200

- des activités nucléaires de proximité du domaine médical contrôlées par la division de Paris :
 - 26 services de radiothérapie externe,
 - 14 services de curiethérapie,
 - 40 services de médecine nucléaire *in vivo* et 16 services de médecine nucléaire *in vitro* (biologie médicale),
 - 153 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
 - plus de 200 établissements détenant au moins un scanner,



p. 230

- environ 850 cabinets de radiologie médicale,
- environ 8 000 appareils de radiologie dentaire;

- des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche contrôlées par la division de Paris :

- environ 650 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire,
- 9 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
- environ 160 autorisations relatives à des activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées;



p. 258

- des activités liées au transport de substances radioactives;
- des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :
 - 9 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

En 2019, l'ASN a réalisé 196 inspections dans la région Île-de-France, dont 42 inspections dans le domaine de la sûreté nucléaire, 148 inspections dans le domaine du nucléaire de proximité et 6 inspections sur le thème du transport de substances radioactives.

En Île-de-France, 9 événements significatifs relatifs à la sûreté ont été classés au niveau 1 de l'[échelle INES](#), 3 dans le domaine du transport et 6 dans le domaine des INB.



SITE CEA DE SACLAY

Le centre d'études de [Saclay](#), d'une superficie de 223 hectares, est situé à environ 20 km au sud-ouest de Paris, dans le département de l'Essonne. Environ 6000 personnes y travaillent. Ce centre est principalement dédié, depuis 2005, aux sciences de la matière, à la recherche fondamentale et à la recherche appliquée. Les applications concernent la physique, la métallurgie, l'électronique, la biologie, la climatologie, la simulation, la chimie et l'environnement. La recherche appliquée nucléaire a pour objectif principal l'optimisation du fonctionnement des centrales nucléaires françaises et leur sûreté. Huit installations nucléaires de base sont implantées dans ce centre. À proximité sont également implantées une antenne de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN) – institut de formation –, et deux entreprises à vocation industrielle : Technicatome, qui conçoit des réacteurs nucléaires de propulsion navale, et CIS bio international, usine de production de médicaments radiopharmaceutiques pour la médecine nucléaire.

LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

Réacteurs Osiris et ISIS – Centre du CEA

Le réacteur Osiris, de type piscine et d'une puissance autorisée de 70 MWth (mégawatts thermiques), était principalement destiné à la réalisation d'irradiations technologiques de matériaux de structure et de combustibles pour différentes filières de réacteurs de puissance. Une autre de ses fonctions consistait à produire des radioéléments à usage médical.

Sa maquette critique, le réacteur ISIS, d'une puissance de 700 kWth (kilowatts thermiques), servait essentiellement à des activités de formation. Ces [deux réacteurs](#) autorisés par le [décret du 8 juin 1965](#) composent l'INB 40.

Compte tenu de la conception ancienne de cette installation au regard des meilleures techniques disponibles pour la protection contre les agressions externes et le confinement des matières en cas d'accident, le réacteur Osiris a été arrêté fin 2015. Le réacteur ISIS a été définitivement mis à l'arrêt en mars 2019. En octobre 2018, le CEA a déposé son dossier de démantèlement pour l'ensemble de l'installation : le réacteur Osiris et le réacteur ISIS. L'analyse de recevabilité du dossier de démantèlement, menée par l'ASN en 2019, a mis en évidence la nécessité de détailler davantage les opérations prévues à chaque étape du démantèlement, de mieux justifier l'état initial envisagé au début du démantèlement et d'apporter des précisions sur les résultats de l'étude d'impact.

Depuis l'arrêt du réacteur Osiris, les opérations d'évacuation des substances radioactives et des matières dangereuses et les opérations de préparation du démantèlement sont en cours, avec une organisation adaptée à ce nouvel état du réacteur. Les évacuations des combustibles usés se sont poursuivies en 2019 et un nouveau groupe électrogène a été mis en service.

Les inspections menées par l'ASN en 2019 ont montré que l'installation est exploitée dans des conditions satisfaisantes pour ce qui concerne les opérations de transport et les équipements

électriques. Toutefois, l'organisation de crise et la conduite accidentelle doivent être améliorées, notamment par la mise à jour des documents opérationnels et le suivi renforcé des programmes de formation. La conduite des opérations préparatoires au démantèlement reste satisfaisante sur les aspects techniques, mais des retards sont constatés. La mise à jour des référentiels doit être mieux gérée en termes d'échéances.

Enfin, les événements significatifs révèlent pour partie des faiblesses organisationnelles et humaines, notamment dans les relations avec les services techniques du centre. Il en ressort que l'exploitant doit être vigilant sur le maintien de la rigueur d'exploitation, de la culture de sûreté et sur les analyses des résultats des contrôles et essais périodiques.

Réacteur Orphée – Centre du CEA

Le réacteur [Orphée](#) (INB 101), réacteur source de neutrons, est un réacteur de recherche de type piscine, d'une puissance autorisée de 14 MWth. Le cœur, très compact, est localisé dans une cuve d'eau lourde qui sert de modérateur. La création du réacteur a été autorisée par le [décret du 8 mars 1978](#) et sa première divergence a eu lieu en 1980. Il est équipé de neuf canaux horizontaux, tangentiels au cœur, permettant l'usage de 19 faisceaux de neutrons. Ces faisceaux servaient à réaliser des expériences dans des domaines tels que la physique, la biologie ou la physico-chimie. Le réacteur dispose également de dix canaux verticaux permettant l'introduction d'échantillons à irradier pour la fabrication de radionucléides ou la production de matériaux spéciaux. L'installation de neutronographie était, quant à elle, destinée à la réalisation de contrôles non destructifs de certains composants.

Le réacteur Orphée a été définitivement arrêté en fin 2019. L'exploitant prépare le dossier de démantèlement de l'installation.

L'ASN considère, sur la base des inspections réalisées en 2019, que le niveau de sûreté du réacteur Orphée est satisfaisant dans l'ensemble. L'exploitation des tours aéroréfrigérantes s'est améliorée après que de nombreux écarts avaient été constatés en 2018. Cependant, les dispositions de maîtrise des risques liés à l'incendie doivent être améliorées et des progrès dans la préparation à la gestion de crise sont nécessaires. Enfin, certaines dispositions de gestion des équipements sous pression nucléaires doivent être plus robustes.

À la suite de l'arrêt du réacteur, la phase de préparation des opérations de démantèlement, dans l'attente du décret de démantèlement, fera l'objet d'une attention particulière de l'ASN, notamment l'adaptation de l'organisation et des compétences de ses personnels pour gérer des activités nouvelles, en maintenant le niveau de sûreté de l'installation.

Laboratoire d'essais sur combustibles irradiés – Centre du CEA

Le Laboratoire d'essai des combustibles irradiés (LECI) – INB 50 – a été construit et mis en service en novembre 1959. Il a été déclaré en tant qu'installation nucléaire de base le 8 janvier 1968 par le CEA. Une [extension a été autorisée en 2000](#). Le [LECI](#) constitue un outil d'expertise



pour les exploitants nucléaires. Il a pour mission d'étudier les propriétés des matériaux utilisés dans le secteur nucléaire, irradiés ou non.

Du point de vue de la sûreté, cette installation doit répondre aux mêmes exigences que celles des installations nucléaires du cycle du combustible, mais l'approche de sûreté est proportionnée aux risques et inconvénients qu'elle présente.

À la suite du dernier réexamen périodique, l'ASN a encadré, dans la [décision du 30 novembre 2016](#) (modifiée le 26 juin 2017), la poursuite de fonctionnement de l'installation par des prescriptions techniques, qui portent notamment sur le plan d'améliorations que le CEA s'était engagé à réaliser. Certains engagements pris par le CEA n'ont pas été réalisés dans les temps. En particulier, la justification de la tenue des structures vis-à-vis du risque d'incendie est retardée : une étude complémentaire reste à réaliser pour finaliser la liste des travaux à mettre en œuvre et les échéances associées. L'ASN sera vigilante sur le calendrier qui sera proposé et sur l'engagement ferme du CEA quant à sa réalisation.

Les travaux de renforcement pour assurer la tenue au séisme du bâtiment 625 ont été autorisés en février 2019. L'ASN sera particulièrement attentive au respect des échéances associées à ces travaux (fin du 1^{er} semestre 2021).

Les inspections menées par l'ASN en 2019 ont montré une exploitation satisfaisante de l'installation. Plus particulièrement, le management de la sûreté est apparu bien maîtrisé. Toutefois, des améliorations sont attendues pour la gestion des contrôles et essais périodiques, avec notamment la mise à jour de documents opératoires et une meilleure définition des critères à respecter lors des essais.

Irradiateur Poséidon – Centre du CEA

L'installation [Poséidon](#) (INB 77), autorisée en 1972, est un irradiateur composé d'une piscine d'entreposage de sources de cobalt-60, surmontée partiellement d'une casemate d'irradiation. L'INB comporte par ailleurs un autre irradiateur en casemate, Pagure, ainsi que l'accélérateur Vulcain.

Cette installation permet des études et des prestations de qualification pour les équipements installés dans les réacteurs nucléaires, notamment grâce à une enceinte immergeable, ainsi que la radiostérilisation de produits à usage médical.

Le principal risque de l'installation est l'exposition du personnel aux rayonnements ionisants, du fait de la présence de sources scellées de très haute activité.

L'instruction du rapport de réexamen de l'installation s'est achevée par la publication de la [décision n° CODEP-CLG-2019-048416 du 22 novembre 2019](#). Les thèmes majeurs abordés sont notamment la tenue du bâtiment aux aléas sismiques et climatiques (neige et vent notamment), ainsi que le suivi du vieillissement de la piscine de Poséidon.

À la suite des contrôles réalisés en 2019, l'ASN considère que l'installation est exploitée de façon satisfaisante et que les opérations de renouvellement de sources radioactives

sont correctement gérées. Elle souligne les actions réalisées par le CEA pour assainir les locaux en retirant les éléments qui ne sont plus utilisés, minimisant ainsi les charges calorifiques, et pour améliorer ou remettre en service les équipements de l'installation. La rigueur dans le renseignement des documents opératoires doit cependant être améliorée.

LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DÉCHETS SOLIDES ET DES EFFLUENTS LIQUIDES

Le CEA exploite des installations de nature diverse : des laboratoires liés aux recherches sur le cycle du combustible et également des réacteurs de recherche. Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement. Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés. Pour les gérer, le CEA dispose d'installations spécifiques de traitement, de conditionnement et d'entreposage.

Zone de gestion de déchets solides radioactifs – Centre du CEA

La Zone de gestion de déchets solides radioactifs (INB 72) a été autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#). Cette installation, exploitée par le CEA, assure le traitement, le conditionnement et l'entreposage des déchets de haute, moyenne et faible activité des installations du centre de Saclay. Elle assure également l'entreposage de matières et de déchets anciens (combustibles usés, sources scellées, liquides scintillants, résines échangeuses d'ions, déchets technologiques...) en attente d'évacuation.

Compte tenu du « terme source mobilisable » (TSM)¹ actuellement présent dans l'installation, l'INB 72 fait partie des priorités de la stratégie de démantèlement du CEA qui a été examinée par l'ASN, laquelle s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités ainsi définies (voir Faits marquants en introduction de ce rapport et chapitre 13).

Les engagements pris dans le cadre du précédent réexamen de 2009 visaient à garantir un niveau de sûreté acceptable de l'installation pour les dix années à venir. Ils concernaient en particulier l'évacuation de la plus grande partie du terme source mobilisable de l'installation et l'arrêt de la réception de nouveaux déchets du centre de Saclay, afin de concentrer les moyens de l'installation sur la reprise et le conditionnement des déchets anciens et le démantèlement.

En 2017, compte tenu de retards dans les opérations de désentreposage, le CEA a demandé un report de plusieurs années des échéances, prescrites dans la [décision n° 2010-DC-0194 de l'ASN du 22 juillet 2010](#), pour le désentreposage des combustibles irradiés et l'évacuation des déchets entreposés dans la zone dite « des 40 puits ».

Afin de pouvoir continuer d'utiliser l'INB pour la gestion des déchets radioactifs des INB de Saclay, le CEA a demandé en 2017 une modification de la date d'arrêt définitif de l'installation, reportée à la première des deux échéances suivantes : la date de prise d'effet du décret de démantèlement ou la date du 31 décembre 2022.

1. Le terme source mobilisable (TSM) correspond à la quantité d'activité radioactive susceptible d'être impliquée dans un incident ou un accident.



Dans le cadre du réexamen, dont le rapport a été transmis fin 2017, et du dossier de démantèlement, l'ASN a examiné les conditions de la poursuite du fonctionnement de l'INB 72 dans l'optique de son démantèlement. Ces deux dossiers ont été instruits conjointement par l'ASN, qui a sollicité l'avis de l'IRSN. L'ASN exercera notamment une vigilance particulière sur la mise en œuvre rigoureuse du plan d'action proposé par le CEA, ainsi que sur le respect des engagements pris lors de l'instruction. Parallèlement, l'instruction du dossier de démantèlement se poursuivra en 2020.

L'ASN estime que la sûreté de l'installation est acceptable, tout en constatant de nombreux retards dans la réalisation des opérations de désentreposage de combustibles ou de déchets. L'ASN sera particulièrement vigilante au suivi des échéances intermédiaires et des engagements du CEA. L'ASN souligne le retard pris dans le projet de construction d'un nouvel équipement, nécessaire aux opérations de reprise et de conditionnement de fûts de déchets prioritaires. L'ASN attend du CEA une gestion rigoureuse de ce projet et une maîtrise des délais associés. L'ASN rappelle que les projets contribuant à la diminution du TSM au sein des installations constituent des priorités pour la sûreté.

En 2019, des travaux de réfection de sols et de structures métalliques ont été réalisés dans différents bâtiments de l'INB. L'ASN a constaté en inspection que la gestion des sources de l'installation fait l'objet d'une organisation adaptée, avec des instructions et procédures internes permettant une mise en œuvre satisfaisante des dispositions réglementaires.

Toutefois, l'année 2019 a été marquée par plusieurs événements significatifs concernant le non-respect des zones d'entreposage des déchets ou des colis. Ces événements mettent en évidence le manque d'attitude interrogative de la part des intervenants extérieurs, ainsi qu'un manque de surveillance de la part du CEA. Enfin, l'ASN constate une maîtrise insuffisante du vieillissement de l'installation et, en particulier, un manque d'action préventive.

Zone de gestion des effluents liquides

– Centre du CEA

La **zone de gestion des effluents liquides** constitue l'**INB 35**. Déclarée par le CEA par courrier du 27 mai 1964, elle est dédiée au traitement des effluents liquides radioactifs. Par **décret du 8 janvier 2004**, le CEA a été autorisé à créer dans l'INB une extension, dénommée **Stella**, ayant pour fonction le traitement et le conditionnement des effluents aqueux de faible activité du centre de Saclay. Ces effluents sont concentrés par évaporation puis bloqués dans une matrice de ciment afin de confectionner des colis acceptables par les centres de stockage de surface de l'Andra.

Le procédé de concentration a été mis en service en 2010, mais la fissuration des premiers colis produits a conduit l'ASN à limiter les opérations de conditionnement. Le CEA a procédé au conditionnement de certains effluents, issus d'une cuve de l'installation qui contient 40 m³ de concentrats. Le CEA a progressé, depuis, dans la définition de sa solution de conditionnement de l'ensemble des effluents de l'installation. Ainsi, en juin 2018, l'Andra a autorisé le conditionnement de ces concentrats selon l'agrément 12H. En avril 2019, l'ASN a reçu du CEA

la demande d'autorisation de mise en service de ces colis et a finalisé son instruction en fin d'année.

Des investigations complémentaires concernant la stabilité de la structure du local d'entreposage des effluents liquides de faible activité (local 97) ont conduit le CEA à suspendre, depuis 2016, la réception d'effluents provenant d'autres INB. La majorité des effluents radioactifs de faible et moyenne activité (FA et MA) produits par les producteurs du site de Saclay sont désormais orientés vers la STEL de Marcoule (INBS). Conformément à son engagement, le CEA a remis en novembre 2018 à l'ASN un dossier présentant la stratégie de gestion des effluents radioactifs liquides du CEA d'Île-de-France et la stratégie d'ensemble relative à l'INB 35. Dans ce dossier, le CEA a défini des échéances pour la cimentation des concentrats historiques entreposés sur le site, qui est une priorité pour l'installation.

Par ailleurs, la situation de la fosse 99, contenant d'anciennes cuves d'effluents organiques, avec la présence de boues contaminées en fond de cuves et en fond de fosse, demeure un enjeu de premier plan en matière d'assainissement. Les études ont été réalisées pour l'assainissement et le démontage des cuves mais l'ASN reste dans l'attente de la transmission d'un dossier de demande d'autorisation pour la réalisation de ces opérations.

Le décret du 8 janvier 2004 autorisant la création de Stella disposait également que le CEA évacue sous 10 ans les effluents anciens entreposés dans les huit cuves dites MA500 et la cuve HA4 de l'INB 35. Du fait des difficultés techniques rencontrées pour leur reprise et leur conditionnement, les opérations ont duré plus longtemps que prévu. Les opérations de vidange de la dernière cuve M500 ont significativement progressé et les boues résiduelles en fonds de cuves doivent désormais être traitées.

En 2019, les inspections réalisées par l'ASN sur cette installation ont mis en évidence une bonne maîtrise et une organisation robuste concernant le « contrôle commande », ainsi qu'une mise en œuvre satisfaisante de la maintenance. En revanche, des insuffisances ont été constatées dans le suivi du vieillissement du génie civil.

LES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT DU CENTRE CEA DE SACLAY

Les opérations de démantèlement conduites sur le site de Saclay concernent deux INB (INB 18 et 49) définitivement arrêtées et trois INB (INB 35, 40 et 72) en fonctionnement comportant des parties ayant cessé leur activité, et dans lesquelles des opérations préparatoires au démantèlement sont réalisées. Elles concernent également deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) – EL2 et EL3 –, qui étaient précédemment des INB mais qui ne sont pas complètement démantelées, en l'absence d'une filière pour les déchets de faible activité à vie longue. Leur déclassement d'INB en ICPE dans les années 1980, conforme à la réglementation de l'époque, ne pourrait pas être pratiqué aujourd'hui.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités ainsi définies (voir Faits marquants en introduction de ce rapport et chapitre 13).



Maîtrise de l'urbanisation autour du site de Saclay

Le [projet de gare CEA – Saint-Aubin](#), sur le tracé de la future ligne 18, se situe au niveau du rond-point du Christ de Saclay. Ce projet n'est pas compatible avec les restrictions d'urbanisme actuellement en vigueur.

Actuellement, la maîtrise de l'urbanisation autour de Saclay repose sur des zones de danger issues d'études retenant des hypothèses qui ne sont plus d'actualité, compte tenu des évolutions des INB du CEA et de CIS bio international. L'ASN avait donc demandé au CEA

et à CIS bio international d'actualiser ces études pour évaluer les impacts de ces INB sur le projet de ligne 18.

Ces actualisations, réalisées en tenant compte de l'arrêt du réacteur Orphée et de l'évacuation de l'iode-131 de l'installation de CIS bio international, ne montrent pas d'atteinte de la gare par des zones de danger. L'instruction réalisée par l'ASN confirme ces résultats. En 2020, l'ASN se prononcera sur la réduction effective des risques induits par les INB du site, ce qui permettra une révision des dispositions prévues pour la maîtrise de l'urbanisation.

Réacteur Ulysse – Centre du CEA

[Ulysse](#) est le premier réacteur universitaire français. L'installation, qui constitue l'INB 18, est arrêtée définitivement depuis février 2007 et ne contient plus de combustible depuis 2008. Le [décret de démantèlement](#) de l'INB a été publié le 21 août 2014 et prévoit une durée de démantèlement de 5 ans. Les enjeux en matière de sûreté de cette installation sont limités.

Le 8 août 2019, le CEA a annoncé la fin des opérations de démantèlement prévues dans le décret de démantèlement, avec la réalisation de l'assainissement final. L'installation ne comporte donc plus de zone réglementée au titre de la radioprotection, ni de zone à production possible de déchets nucléaires.

Une centaine de blocs de béton issus de la phase de découpe de la partie « conventionnelle » du bloc réacteur sont encore présents dans l'installation. Des prélèvements ont été réalisés fin 2019 sur ces blocs afin de s'assurer du respect des objectifs d'assainissement prévus. À l'issue des résultats d'analyse qui doivent être obtenus au premier semestre 2020, et sous réserve qu'ils soient satisfaisants, les derniers blocs de béton du réacteur Ulysse pourront être évacués.

En 2020, le CEA entamera les démarches visant au déclassement de l'installation du régime des INB.

Laboratoire de haute activité – Centre du CEA

Le Laboratoire de haute activité ([LHA](#)) comporte plusieurs laboratoires qui étaient destinés à la réalisation de travaux de recherche ou de production de différents radionucléides. Il constitue l'INB 49. À l'issue des travaux de démantèlement et d'assainissement, autorisés par [décret du 18 septembre 2008](#), seuls deux laboratoires, en exploitation aujourd'hui, devraient subsister à terme sous le régime ICPE. Ces deux laboratoires sont le laboratoire de caractérisation chimique et radiologique d'effluents et de déchets et l'installation de conditionnement et d'entreposage pour la reprise des sources sans emploi.

Malgré l'avancement des opérations d'assainissement et de démantèlement, les retards accumulés n'ont pas permis au CEA de respecter l'échéance du 21 septembre 2018 fixée par le décret autorisant le démantèlement du LHA. La découverte, en 2017, de pollution dans certaines « cours intercellules » l'a également conduit à faire évoluer les opérations à réaliser. Des investigations sur l'état radiologique des sols ont été menées au cours de l'année 2019, avec des résultats attendus en 2020. Un dossier de modification du décret de démantèlement doit être déposé par l'exploitant. Il devra notamment intégrer la justification du délai nécessaire pour achever les opérations de démantèlement autorisées par le décret du 18 septembre 2008. Sa transmission est prévue pour mi-2021. L'ASN sera attentive à l'avancement des études prévues en amont de ce dépôt.

Par ailleurs, l'année 2019 a été marquée par l'arrêt d'une grande partie des opérations de démantèlement et d'assainissement, la mise en sécurité et le repli des chantiers, en lien avec la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA examinée par l'ASN (voir chapitre 13).

L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'INB 49 en démantèlement est satisfaisant. Les inspections de l'installation ont permis de confirmer la mise en place des mesures correctives à la suite des événements significatifs liés au risque d'incendie survenus en 2018. Elles ont également permis de s'assurer de la bonne implication de l'exploitant dans le management de la sûreté, notamment au niveau du suivi des chantiers. De plus, les dispositions prises par le CEA en matière de maîtrise des nuisances sont apparues satisfaisantes.

Cependant, le suivi des substances dangereuses présentes dans l'installation doit être amélioré. Par ailleurs, une vigilance est à apporter concernant la bonne caractérisation des écarts et le suivi des fiches d'amélioration continue.

Usine de production de radioéléments artificiels de CIS bio international

L'[UPRA](#) constitue l'INB 29. Elle a été mise en service en 1964 par le CEA sur le site de Saclay, qui créa en 1990 la filiale CIS bio international, l'actuel exploitant. Cette filiale fut

rachetée, à partir du début des années 2000, par plusieurs sociétés spécialisées dans la médecine nucléaire. En 2017, la maison mère de CIS bio international a fait l'acquisition



Appréciation du site CEA de Saclay

L'ASN considère que les INB du centre de Saclay sont exploitées dans des conditions de sûreté satisfaisantes et constate que certaines opérations importantes pour la protection des personnes et de l'environnement ont été menées à leur terme. Ainsi, le CEA a annoncé en août 2019 la fin des opérations de démantèlement du réacteur Ulysse. Les évacuations des combustibles irradiés provenant des réacteurs du centre se sont poursuivies, contribuant à la diminution du terme source entreposé dans les INB concernées.

Au travers de ses contrôles, l'ASN a constaté une situation satisfaisante en matière d'organisation globale mise en place pour suivre les rejets des INB et surveiller l'environnement. Le processus relatif à la gestion des modifications notables pour les INB est par ailleurs bien documenté, mais des glissements récurrents de plannings sont constatés, retardant la mise en œuvre de modifications matérielles ou des mises à jour de référentiels d'exploitation.

L'ASN considère que le CEA doit maintenir sa vigilance sur la réalisation des contrôles et essais périodiques de ses équipements, notamment concernant le respect des échéances et la validation des opérations réalisées avant remise en service des équipements. Il doit également veiller à la disponibilité opérationnelle des moyens concourant à la protection contre l'incendie ou à la gestion des situations accidentelles et de crise.

Concernant l'organisation et les moyens de crise, le CEA a transmis, au deuxième trimestre 2019, une mise à jour de son plan d'urgence interne (PUI). Toutefois, le CEA doit veiller à mettre à jour les documents opérationnels des INB dans les meilleurs délais afin qu'ils correspondent à l'état des installations et s'assurer que les dispositions fixées par l'ASN en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence sont correctement prises en compte.

Comme en 2018, le CEA rencontre encore des difficultés pour la réalisation de prescriptions techniques dans les échéances fixées par l'ASN.

Les opérations de démantèlement, de reprise et de conditionnement des déchets continuent à prendre du retard. L'ASN considère que l'avancement des projets de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées et que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement. La plupart des INB du centre CEA de Saclay sont concernées, directement ou indirectement, par des opérations de démantèlement ou de préparation au démantèlement. Au vu des retards structurels des opérations préparatoires au démantèlement, l'ASN attend que le CEA rende plus robuste ses plannings de mise en œuvre des opérations. L'ASN exercera une vigilance particulière sur le contrôle de l'avancement des projets de démantèlement et de reprise et conditionnement de déchets, dans l'objectif de s'assurer de la maîtrise des calendriers.

Par ailleurs, à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN avait lancé une démarche d'évaluation complémentaire de sûreté des installations nucléaires. En particulier, les moyens de gestion de crise des centres avaient été examinés pour le centre de Saclay. [L'ASN a prescrit en 2016](#) la réalisation de nouveaux moyens pour la gestion de crise, notamment la construction ou le renforcement de centres de crise « noyau dur » résistant à des conditions extrêmes. Face aux retards avérés dans la mise en œuvre des nouveaux bâtiments de gestion de crise, [l'ASN a mis en demeure le CEA en septembre 2019](#) de déposer un dossier relatif à la justification et au dimensionnement de ses futurs locaux de gestion des situations d'urgence avant fin 2019. Dans le courrier de transmission de son dossier, le CEA s'engage à déposer une demande de mise en service de ces locaux en juin 2020.

de *Mallinckrodt Nuclear Medicine* LCC, pour former aujourd'hui le groupe Curium, qui possède trois sites de production (États-Unis, France, Pays-Bas).

Le groupe Curium est un acteur important du marché français et international pour la fabrication et la mise au point de produits radiopharmaceutiques. Les produits sont majoritairement utilisés pour établir des diagnostics médicaux, mais également à des fins thérapeutiques. L'INB 29 avait également pour mission, jusqu'en 2019, d'assurer la reprise des sources scellées usagées qui étaient utilisées à des fins de radiothérapie et d'irradiation industrielle. CIS bio international a bien avancé dans l'évacuation des sources scellées usagées de haute activité qui sont entreposées dans l'installation. Le groupe a par ailleurs décidé d'arrêter ses productions à base d'iode-131 sur le site de Saclay, ce qui va significativement réduire les conséquences des situations accidentelles.

De manière générale, l'ASN considère que la sûreté de l'installation s'est améliorée en 2019. L'ASN constate notamment les efforts de CIS bio international pour rendre son organisation et ses processus de fonctionnement plus efficaces,

ainsi que l'aboutissement de projets et actions d'envergure en faveur de la sûreté.

Les inspections ont permis de constater une amélioration dans la gestion des contrôles et essais périodiques, dans le suivi des écarts et l'identification des événements significatifs, ainsi qu'un suivi des engagements plus efficace, même si de nombreux retards sont encore constatés. La radioprotection est correctement organisée pour encadrer les interventions, certaines devant toutefois être réalisées avec plus de rigueur.

À la suite de la [mise en demeure de 2018](#) de respecter les prescriptions issues du précédent réexamen, les efforts entrepris par CIS bio international ont permis d'apporter une réponse satisfaisante à l'ensemble de ces prescriptions. La réalisation de ces prescriptions a été contrôlée lors de deux inspections en 2019.

De nombreux projets, études et travaux engagés par CIS bio international ont été finalisés en 2019 ou vont l'être début 2020. Ces projets concourent à l'amélioration de la sûreté de l'installation. De manière générale, les actions d'envergure engagées par CIS bio international, depuis plusieurs années pour



certaines, et qui sont souvent difficiles à mettre en œuvre, doivent être réalisées dans des délais mieux maîtrisés.

Toutefois, l'ASN constate que des marges importantes de progrès demeurent dans plusieurs domaines. Les événements significatifs, en nombre élevé, ont des causes qui comprennent quasi systématiquement des défaillances organisationnelles et humaines. Le respect des exigences des règles d'exploitation, la surveillance et la conduite des activités doivent être améliorés, notamment concernant le respect du domaine de fonctionnement et la gestion des effluents liquides. Le contrôle de l'ASN révèle, sur le plan de la sûreté, un manque de rigueur et

de prise en compte du retour d'expérience et met en exergue la nécessité d'un plan d'action relatif aux facteurs organisationnels et humains qui soit robuste.

En conclusion, l'ASN attend de CIS bio international la poursuite du redressement engagé. La rigueur d'exploitation, la culture de sûreté, la consolidation des effectifs et des compétences, le contrôle des opérations, la transversalité du fonctionnement de l'organisation, ainsi que le respect du référentiel de l'installation et la maîtrise des plannings, sont des axes d'amélioration sur lesquels CIS bio international doit particulièrement porter ses efforts.

SITE CEA DE FONTENAY-AUX-ROSES

Premier centre de recherche du CEA, créé en 1946, le [site de Fontenay-aux-Roses](#) poursuit la mutation de ses activités nucléaires vers des activités de recherche dans le domaine des sciences du vivant.

Le centre de Fontenay-aux-Roses est constitué de deux INB, Procédé (INB 165) et Support (INB 166). Dans l'INB 165, se déroulaient des activités de recherche et de développement sur le retraitement des combustibles nucléaires, des éléments transuraniens, des déchets radioactifs et sur l'examen des combustibles irradiés. Ces activités ont cessé dans les années 1980-1990. L'INB 166 est une installation de caractérisation, traitement, reconditionnement et d'entreposage de déchets radioactifs anciens et provenant du démantèlement de l'INB 165.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités ainsi définies (voir Faits marquants en introduction de ce rapport et chapitre 13).

Installation Procédé et installation Support – Centre du CEA

Le démantèlement de ces deux installations [Procédé](#) et [Support](#), qui constituent respectivement l'INB 165 et l'INB 166,

a été autorisé par [deux décrets du 30 juin 2006](#). La durée initiale prévue pour les opérations de démantèlement était d'une dizaine d'années. Le CEA a informé l'ASN que, en raison de fortes présomptions de contamination radioactive sous un des bâtiments, de difficultés imprévues et d'un changement de la stratégie globale de démantèlement des centres civils du CEA, la durée des opérations de démantèlement se prolongerait au-delà de 2030 et que le plan de démantèlement serait modifié. Le CEA a déposé, en juin 2015, une demande de modification des échéances prescrites pour ces démantèlements.

L'ASN a jugé que les premières versions de ces dossiers de demande de modification des décrets de démantèlement n'étaient pas recevables. Conformément aux engagements pris en 2017, le CEA a transmis en 2018 la nouvelle version de ces dossiers. Les études complémentaires qui y étaient annoncées ont été transmises au 1^{er} trimestre 2019.

Dans le cadre de l'instruction des rapports de réexamen reçus en 2017 et 2018, l'ASN a identifié que des compléments devaient être apportés par le CEA sur l'état des sols, le plan de démantèlement et le rapport de sûreté, notamment concernant la démonstration de maîtrise des risques d'incendie et des risques sismiques.

Appréciation du site CEA de Fontenay-aux-Roses

Sur la base des contrôles réalisés en 2019, l'ASN a constaté que la surveillance des intervenants extérieurs apparaît maîtrisée sur le site CEA de Fontenay-aux-Roses et que les engagements et actions, définis à la suite des inspections et des événements significatifs des années précédentes, ont, pour la majorité d'entre eux, été mis en œuvre.

Cependant, la radioprotection au sein des INB de Fontenay-aux-Roses présente des faiblesses dans l'organisation et les dispositions techniques mises en place. L'ASN surveillera le déploiement du plan d'action prévu par le CEA pour remédier aux écarts constatés. De plus, des améliorations vis-à-vis du risque incendie sont attendues dans la maîtrise et le suivi des charges calorifiques.

Par ailleurs, plusieurs événements significatifs survenus en 2019 ont mis en exergue des problématiques de

vieillesse d'équipements, en particulier le dysfonctionnement de certaines alarmes contribuant à la surveillance et au maintien de la sûreté des installations.

Comme en 2018, l'ASN constate en 2019 des retards dans la réalisation des études, dans la programmation de projets et dans le calendrier des opérations de démantèlement. En particulier, l'ASN souligne le retard pris dans les projets de nouveaux équipements nécessaires au démantèlement des installations nucléaires de Fontenay-aux-Roses. L'ASN attend du CEA qu'il mette en place des actions fortes en 2020 pour maîtriser les délais associés à ces différents projets, notamment ceux contribuant à la diminution du TSM au sein des installations anciennes, qui constituent des priorités pour la sûreté.



Région Normandie

La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Normandie](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- les centrales nucléaires, exploitées par EDF, de Flamanville (2 réacteurs de 1 300 MWe), Paluel (4 réacteurs de 1 300 MWe) et Penly (2 réacteurs de 1 300 MWe),
- le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3,
- l'établissement de retraitement de combustibles nucléaires usés d'Orano Cycle de La Hague,
- le centre de stockage de la Manche de l'Andra (CSM),
- le Ganil (grand accélérateur national d'ions lourds) à Caen;



■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 450 établissements industriels et de recherche, dont 20 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 5 accélérateurs de particules dont 1 cyclotron,
- 21 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- 5 entreprises utilisant des gammadensimètres,
- environ 260 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic, 1 centre de recherche équine et 1 centre hospitalier équin;



■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 8 services de radiothérapie externe (27 appareils),
- 1 service de protonthérapie,
- 3 services de curiethérapie,
- 12 services de médecine nucléaire,
- 50 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles,
- 70 scanners,
- environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire;



■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 9 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement,
- 1 organisme pour le contrôle de la radioprotection.

En 2019, l'ASN a réalisé 200 inspections en Normandie, dont 56 inspections dans les centrales nucléaires de Flamanville, Paluel et Penly, 14 inspections sur le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3, 72 inspections sur des installations du cycle du combustible, de recherche ou en démantèlement, 50 inspections dans le nucléaire de proximité et 8 dans le domaine du transport de substances radioactives.

En outre, 13 journées d'inspection du travail ont été réalisées dans les centrales nucléaires et sur le chantier de Flamanville 3.

En 2019, 1 événement significatif classé au niveau 2 et 20 événements significatifs classés au niveau 1 de l'[échelle INES](#) ont été déclarés à l'ASN. En outre, 2 événements classés au niveau 2 sur l'[échelle ASN-SFRO](#) ont été déclarés par les responsables des services de radiothérapie de Normandie.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé 2 procès-verbaux.



Centrale nucléaire de Flamanville

La centrale nucléaire de [Flamanville](#), exploitée par EDF dans le département de la Manche, sur le territoire de la commune de Flamanville, à 25 km au sud-ouest de Cherbourg, est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe chacun, mis en service en 1985 et 1986. Le réacteur 1 constitue l'INB 108, le réacteur 2 l'INB 109.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Flamanville dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de la protection de l'environnement se sont dégradées en 2019 et sont en retrait par rapport aux autres centrales nucléaires d'EDF.

Concernant l'exploitation et la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances du site devront être améliorées, notamment en ce qui concerne la maîtrise de l'état et de la conformité des installations. L'exploitant doit veiller à la bonne appropriation des exigences du référentiel par l'ensemble des agents et améliorer la détection des écarts sur le terrain.

Concernant la visite décennale du réacteur 2, l'ASN considère à nouveau que la préparation et le suivi des travaux et des opérations de maintenance doivent être améliorés. L'ASN constate toujours un nombre important d'erreurs de maintenance sur des équipements importants pour la sûreté. De plus, l'ASN estime que l'exploitant n'a pas suffisamment pris en compte le retour d'expérience de l'arrêt pour la visite décennale du réacteur 1, notamment en ce qui concerne la préparation et la réalisation de l'épreuve hydraulique du circuit primaire, la surveillance des prestataires et la gestion du risque de corps étrangers migrant dans les circuits.

Surveillance renforcée

En 2019, l'ASN a décidé de placer sous surveillance renforcée la centrale nucléaire de Flamanville, à la suite des difficultés rencontrées par EDF sur cette centrale depuis mi-2018. À la suite de la [convocation du directeur de la centrale](#), EDF a transmis à l'ASN un plan d'action visant à renforcer la maîtrise et le contrôle des activités d'exploitation. L'ASN effectuera un suivi particulier de ce plan d'action et renforcera son contrôle en 2020.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire sont insuffisantes concernant la radioprotection des travailleurs. L'ASN a plusieurs fois constaté en inspection des conditions d'intervention inappropriées pour des intervenants. L'exploitant a également déclaré de nombreux événements significatifs pour la radioprotection en 2019, dont plusieurs cas de contamination internes ou externes. Ces événements confirment le manque de maîtrise des fondamentaux de radioprotection du site et le manque de culture des intervenants à ce sujet.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN a constaté une maîtrise insuffisante par l'exploitant de la réglementation relative à la gestion des déchets. EDF doit également améliorer ses actions de suivi des prestataires qui interviennent dans le domaine de la protection de l'environnement.

En matière de sécurité des travailleurs, l'ASN constate que plusieurs accidents du travail survenus en 2019 ont pour cause commune des insuffisances dans la préparation des interventions de la part d'EDF.

Centrale nucléaire de Paluel

La centrale nucléaire de [Paluel](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Paluel, à 30 km au sud-ouest de Dieppe, est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1 300 MWe chacun, mis en service entre 1984 et 1986. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 103, 104, 114 et 115.

La centrale nucléaire dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement de la centrale nucléaire de Paluel rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur le parc d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que le processus de gestion des écarts mis en œuvre sur le site est performant et que les analyses des causes relevant de facteurs

organisationnels et humains sont approfondies. L'exploitant doit désormais s'attacher à traiter les causes racines identifiées, un nombre important d'événements significatifs ayant pour origine des comportements inadaptés des intervenants, des défauts de connaissance des exigences du référentiel ou une documentation opérationnelle qui ne présente pas la qualité et la lisibilité attendues.

Sur le plan de l'exploitation, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire se sont légèrement dégradées et relève un manque de rigueur dans les activités de conduite. Sur ce point, des améliorations sont attendues dans la qualité de la documentation de conduite, la formation des agents, la préparation des activités ainsi qu'au niveau de la surveillance des activités accomplies en salle de commande.

Sur le plan de la maintenance, les performances sont satisfaisantes. Néanmoins, l'ASN a constaté, à l'occasion de plusieurs inspections, des défaillances dans la réalisation de contrôles de conformité, principalement relatifs aux ancrages des circuits de ventilation. L'ASN estime donc nécessaire de poursuivre l'amélioration de la rigueur relative à la préparation et au contrôle des activités de maintenance. La centrale nucléaire devra également améliorer la surveillance des interventions réalisées par des prestataires.



L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire concernant la radioprotection des travailleurs devront être améliorées, notamment sur le respect des exigences d'entrée en zone contrôlée et la culture de radioprotection des intervenants.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN estime que l'exploitant doit renforcer la surveillance des prestataires, principalement concernant la station d'épuration des eaux usées. L'ASN souligne les améliorations engagées par le site afin de maîtriser les rejets de gaz appauvrissant la couche d'ozone.

L'ASN a révisé en 2019 les prescriptions réglementant les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents de la centrale nucléaire de Paluel, par les décisions [n° 2019-DC-0676](#) et [n° 2019-DC-0677](#) du 9 juillet 2019.

En matière d'inspection du travail, l'analyse de l'accident mortel survenu en 2019 montre la nécessité d'attendre des améliorations profondes en matière de coordination et de mise en œuvre des mesures de protection des travailleurs.

Centrale nucléaire de Penly

La centrale nucléaire de [Penly](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Penly, à 15 km au nord-est de Dieppe, est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1990 et 1992. Le réacteur 1 constitue l'INB 136, le réacteur 2 l'INB 140.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Penly en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur le parc d'EDF. En revanche, les performances concernant la protection de l'environnement sont jugées en retrait comparativement à la moyenne du parc d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire sont satisfaisantes. Cependant, l'ASN constate encore une organisation insuffisante de l'exploitant pour la gestion des écarts, de nombreux constats ne faisant pas l'objet d'une caractérisation et d'une traçabilité adéquates.

Au plan de la maintenance, les performances de la centrale nucléaire restent stables. Néanmoins, l'exploitant a déclaré fin 2019 à l'ASN un événement significatif de niveau 2 sur l'échelle INES relatif à des défauts sur des composants de cellule électrique. Cet événement a mis en évidence des défaillances dans la planification des opérations de maintenance et dans la gestion des changements d'état du réacteur. Une inspection portant sur ces thématiques sera organisée en 2020.

Enfin, l'ASN estime qu'une attention particulière doit être portée à la préparation des activités de conduite, afin de renforcer la qualité de la documentation à l'appui de l'exploitation des installations et la rigueur apportée à l'application des consignes.

Pour ce qui relève de la radioprotection, les objectifs prévisionnels en matière d'exposition radiologique du personnel ont été respectés lors de l'arrêt du réacteur 2. La prise en compte des enjeux de radioprotection reste cependant contrastée. Les pratiques observées par les inspecteurs lors des inspections de chantiers, ainsi que le nombre croissant d'événements significatifs pour la radioprotection, traduisent encore un manque de rigueur. L'ASN souligne la nécessité d'améliorer la connaissance du risque radiologique par les prestataires.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN constate des progrès significatifs concernant la gestion des gaz appauvrissant la couche d'ozone. Des lacunes ont cependant été notées concernant la maîtrise de la réglementation relative à la gestion des déchets. Toutefois, l'ASN souligne la qualité d'exploitation de la station d'épuration.

Les contrôles effectués en matière de sécurité des travailleurs mettent en évidence des lacunes dans la prévention des risques chimiques au sein des installations en fonctionnement, et des risques électriques et du travail en hauteur au niveau des chantiers de construction, notamment celui des groupes électrogènes à moteur diesel d'ultime secours.

Chantier de construction du réacteur EPR – Flamanville 3

Après délivrance du [décret d'autorisation de création n° 2007-534 du 10 avril 2007](#) et du permis de construire, le réacteur EPR de [Flamanville 3](#) est en construction depuis septembre 2007.

En 2019, les activités de fin de montage et de finition se sont poursuivies, en vue de la réalisation des essais d'ensemble de l'installation. Des phases importantes d'essais de démarrage se sont aussi déroulées, avec la réalisation des essais à chaud, qui permettent notamment de tester le fonctionnement de la chaudière et des systèmes auxiliaires associés dans les conditions nominales de température et de pression. L'ASN a assuré un contrôle spécifique de ces opérations au travers de plusieurs inspections, dont une inspection renforcée de trois jours

sur site. L'ASN souligne la mobilisation de moyens et l'amélioration sensible de l'organisation d'EDF pour les essais de démarrage. Néanmoins, EDF doit compléter la démonstration de la représentativité des essais réalisés au regard des procédures d'essais, en particulier par une meilleure maîtrise de la configuration du contrôle-commande et des essais conduits sur une installation modifiée temporairement. Des améliorations sont également attendues quant à l'exploitation du retour d'expérience accumulé et la mise en œuvre des actions correctives qui en découlent.

Par ailleurs, l'ASN a contrôlé l'organisation mise en œuvre par EDF pour réaliser la revue de la qualité des matériels du réacteur EPR. Cette revue avait été demandée en 2018 par



L'ASN, du fait de lacunes importantes dans la surveillance exercée par EDF sur ses prestataires. L'ASN estime qu'EDF doit compléter notablement son programme de contrôles complémentaires, notamment en ce qui concerne les matériels autres que les équipements sous pression. Une plus grande rigueur est également attendue dans la mise en œuvre de ce programme. Cette revue a cependant déjà permis d'identifier un certain nombre d'écarts, qu'EDF devra traiter de manière adéquate.

EDF devra également veiller à l'application d'une stratégie de conservation, de maintenance et d'essai des équipements et des structures présents sur le chantier jusqu'à la mise en service du réacteur.

L'ASN a contrôlé l'organisation d'EDF pour la protection de l'environnement, notamment pour la prise en compte de ses

décisions [n° 2018-DC-0639](#) et [n° 2018-DC-0640](#) du 19 juillet 2018 relatives aux prélèvements d'eau, aux rejets d'effluents et à la surveillance de l'environnement et sur les thématiques liées à la prévention des pollutions, la maîtrise des risques non radiologiques et la gestion du confinement liquide. L'ASN note de nombreux événements concernant l'environnement durant l'année 2019 et considère que la prise en compte des risques pour l'environnement par le futur exploitant doit être améliorée.

Concernant la sécurité des travailleurs, l'ASN estime que l'évolution des risques générés par les nouvelles activités, dont les essais à chaud, a été globalement bien gérée par l'organisation mise en place. Néanmoins, plusieurs accidents du travail graves sont survenus en 2019 consécutivement à des manquements à des règles de base.

Centre de stockage de la Manche

Mis en service en 1969, le centre de stockage de la Manche (CSM) fut le premier centre de stockage de déchets radioactifs exploité en France. 527 225 m³ de colis de déchets y sont stockés. L'arrivée de nouveaux déchets au CSM a cessé en juillet 1994.

L'instruction du dossier d'orientations de réexamen périodique avait abouti à des demandes particulières de l'ASN fin 2017, portant notamment sur la justification des principes techniques de mise en œuvre de la couverture pérenne, le dispositif mémoriel et la mise à jour de l'étude d'impact. Dans ce cadre, l'ASN a débuté l'instruction du dossier de réexamen périodique du CSM transmis par l'Andra en 2019.

En 2019, l'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre pour l'exploitation des installations est satisfaisante. L'exploitant devra toutefois améliorer l'organisation relative à la surveillance des intervenants extérieurs, afin de mieux identifier les prestations nécessitant des actions de surveillance et de notifier clairement aux prestataires les exigences afférentes à la réalisation des activités. Il devra également apporter de la robustesse à la gestion des écarts, en particulier en ce qui concerne le respect des engagements pris et des échéances associées. Enfin, il devra consolider les documents de son système de gestion intégrée, pour assurer pleinement la cohérence entre les règles générales d'exploitation et les différents modes opératoires.

Grand accélérateur national d'ions lourds

Le groupement d'intérêt économique [Ganil](#) a été autorisé en 1980 à créer un accélérateur d'ions à Caen (INB 113). Cette installation de recherche produit, accélère et distribue dans des salles d'expérience des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome. Les faisceaux de forte énergie produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'irradiation constitue donc le risque principal du Ganil.

Les « noyaux exotiques » sont des noyaux qui n'existent pas à l'état naturel sur Terre. Ils sont créés artificiellement dans le Ganil pour des expériences de physique nucléaire sur les origines et la structure de la matière. Afin de produire ces noyaux exotiques, le Ganil a été autorisé en 2012 à construire la phase 1 du projet Spiral 2, dont la [mise en service a été autorisée par l'ASN en 2019](#).

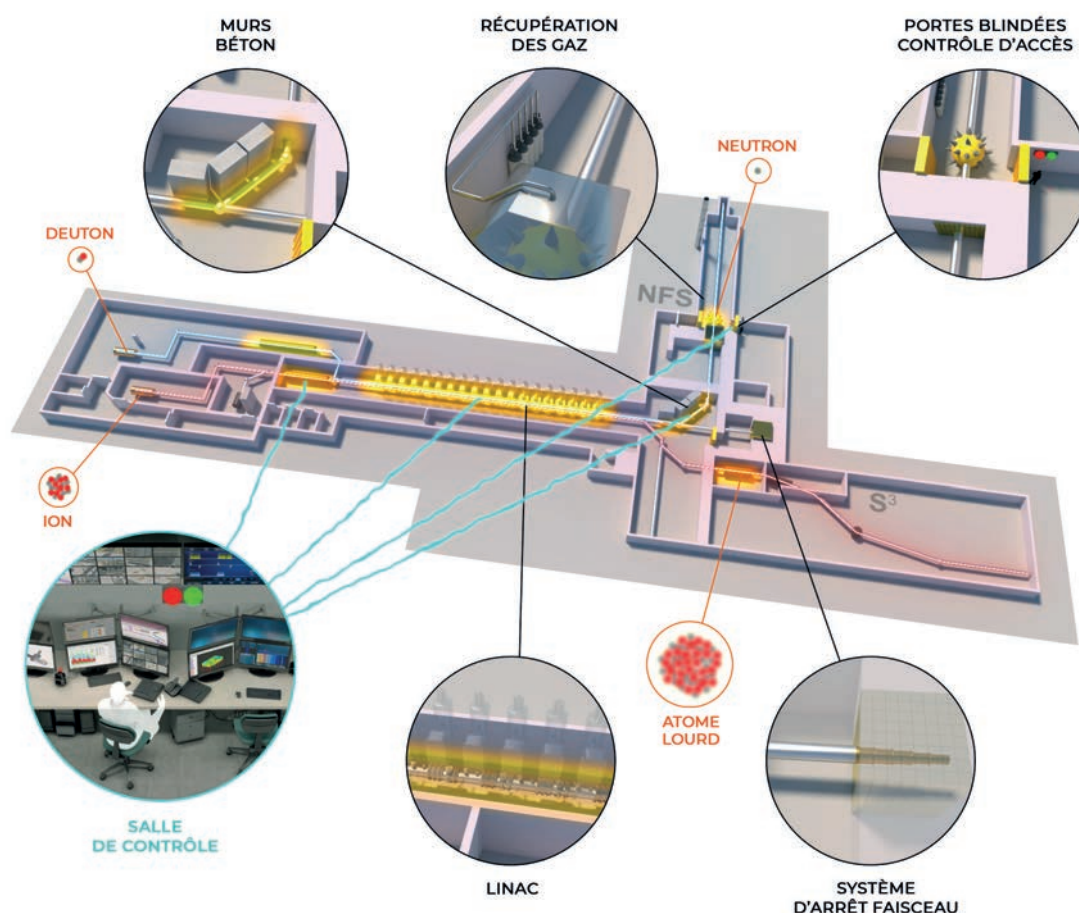
Conformément aux prescriptions de la [décision n°2015-DC-0512 du 11 juin 2015](#) relative à son premier réexamen périodique, le Ganil a poursuivi ses travaux de mise en conformité concernant les dispositifs de détection et de lutte contre l'incendie, la gestion des déchets radioactifs et le confinement

des installations. Après analyse des difficultés rencontrées, le Ganil a été autorisé par l'ASN à reporter les échéances des travaux de remises en conformité prévus par six des dix prescriptions de ce réexamen périodique. L'ASN note une amélioration dans la gestion des projets liés à la sûreté et restera vigilante aux respects des délais, tant pour les engagements du Ganil que pour les prescriptions édictées par l'ASN.

En 2019, l'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre pour l'exploitation des installations doit être améliorée. L'exploitant devra notamment compléter son rapport de sûreté et y inclure l'ensemble des modifications induites par la mise en service de la phase 1 de l'installation SPIRAL 2. Par ailleurs, le Ganil devra poursuivre ses efforts quant à la mise à jour de son système de gestion intégrée, afin d'améliorer la prise en compte des évolutions du référentiel réglementaire, notamment dans le domaine de la radioprotection. Enfin, des améliorations sont également attendues pour la complétude et la qualité des dossiers remis à l'ASN.



La phase 1 de l'extension de SPIRAL 2



L'ASN a autorisé, par [décision n° 2019-DC-0675 du 27 juin 2019](#), la mise en service de la phase 1 de l'extension SPIRAL 2 du Grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil). Cette décision marque la fin d'une instruction qui aura duré 10 ans !

Le Ganil, situé à Caen, est un groupement d'intérêt économique (GIE) constitué entre l'IN2P3 (Institut national de physique nucléaire et de physique des particules) du CNRS et la Direction des sciences de la matière du CEA. Cette installation nucléaire de base (INB 113) a été construite en 1980. Les scientifiques, qu'elle accueille depuis sa mise en service en 1983, étudient les noyaux des atomes exotiques (n'existant pas sur Terre à l'état naturel) créés par l'interaction entre une cible et un faisceau d'ions radioactifs ou non, produits par une série d'accélérateurs de particules.

Après la mise en service en 2001 de l'extension SPIRAL 1 (système de production d'ions radioactifs en ligne de première génération) pour la production de noyaux exotiques dits « légers », le Ganil a demandé en 2009 à modifier son installation pour implanter

l'extension SPIRAL 2, en deux phases, afin de produire des noyaux radioactifs dits « lourds ».

Dans sa première phase, SPIRAL 2 vise à doter le Ganil d'un nouvel accélérateur, le Linac, délivrant notamment des faisceaux d'ions lourds avec une très haute intensité. Le faisceau est ensuite dirigé vers des salles d'expériences comportant différents dispositifs d'expérimentation : NFS (*Neutrons For Science*) et S³ (Super Séparateur Spectromètre). L'installation est également pourvue de dispositifs permettant d'arrêter le faisceau, appelés « arrêts faisceau ». Leur fonction consiste à stopper le faisceau de particules lors des phases de réglage ou en cas de situations accidentelles ou incidentelles.

Cette nouvelle extension permettra d'explorer les noyaux des atomes auxquelles les équipements actuels du Ganil ne permettent pas d'accéder. Par la suite, la phase 2 de SPIRAL 2 permettra, au moyen d'un bâtiment de production dédié, de créer des faisceaux d'ions parmi les plus intenses au monde. Cette phase sera construite ultérieurement et fera l'objet d'une nouvelle demande d'autorisation.



SITE DE LA HAGUE

L'[établissement Orano de La Hague](#) est implanté sur la pointe nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche (50), à 20 km à l'ouest de Cherbourg et à 6 km du cap de La Hague. Le site se trouve à une quinzaine de kilomètres des îles anglo-normandes.

LES USINES DE RETRAITEMENT ORANO CYCLE DE LA HAGUE EN FONCTIONNEMENT

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano Cycle La Hague.

La mise en service des différents ateliers des usines [UP3-A](#) (INB 116) et [UP2-800](#) (INB 117) et de la station de traitement des effluents [STE3](#) (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les décrets du 10 janvier 2003 fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN [n°2015-DC-0535](#) et [n°2015-DC-0536](#) du 22 décembre 2015.

Les opérations réalisées dans les usines

Les usines de retraitement comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés, de cisailage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour refroidissement.

Les assemblages sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique, afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolvant, rincés à l'acide puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée afin d'en extraire l'uranium et le plutonium et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$. Il est destiné à être converti, dans l'installation TU5 du site du Tricastin, en un composé solide (U_3O_8), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Le plutonium est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano Cycle de Marcoule (Mélox).

Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standard de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standard de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, les opérations de retraitement décrites au paragraphe précédent mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides ainsi, que des déchets solides.

Les déchets solides sont conditionnés sur le site, soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage de l'Aube ou entreposés sur le site Orano Cycle La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et CSD-C).

Conformément à l'[article L. 542-2 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé système Exper, a été approuvé par [arrêté du 2 octobre 2008](#) du ministre chargé de l'énergie.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Cet émissaire, comme les autres émissaires du site, sont soumis à des limites de rejets. Les autres effluents sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (matrice solide de verre ou de bitume).



Maîtrise de l'état des capacités de concentration par évaporation

L'ASN a poursuivi ses actions de contrôle de la mise en œuvre des dispositions de la [décision n° 2016-DC-0559 du 23 juin 2016](#) relative aux évaporateurs de produits de fission, prise à la suite du constat d'une vitesse de corrosion de ces équipements supérieure à celle envisagée à leur conception.

Une inspection renforcée de cinq jours a été réalisée par l'ASN concernant les contrôles non destructifs réalisés par l'exploitant sur les évaporateurs de l'atelier T2 au cours de son arrêt

pour maintenance. L'ASN considère que les conditions de préparation et de mise en œuvre de ces contrôles sont satisfaisantes. Néanmoins, leurs résultats montrent que l'épaisseur de l'évaporateur 4120-23 de l'atelier T2, identifié comme le plus affecté par la corrosion, est proche de l'épaisseur minimale. Préalablement à son redémarrage, l'exploitant s'est engagé à poursuivre la réduction de l'utilisation de cet évaporateur et à réaliser une nouvelle campagne de mesures en 2020.

Le suivi des évaporateurs demeurera un point d'attention particulier pour l'ASN jusqu'à la mise en service des nouveaux évaporateurs destinés à remplacer les actuels.

Les installations de La Hague

LES INSTALLATIONS ARRÊTÉES, EN DÉMANTÈLEMENT :

■ INB 80 – atelier haute activité oxyde (HAO) :

- HAO/Nord : atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés,
- HAO/Sud : atelier de cisailage et de dissolution des éléments combustibles usés ;

■ INB 33 – usine UP2-400, première unité de retraitement :

- HA/DE : atelier de séparation de l'uranium et du plutonium des produits de fission,
- HAPF/SPF (1 à 3) : atelier de concentration et d'entreposage des produits de fission,
- MAU : atelier de séparation de l'uranium et du plutonium, de purification et d'entreposage de l'uranium sous forme de nitrate d'uranyle,
- MAPu : atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- LCC : laboratoire central de contrôle qualité des produits,
- ACR : atelier de conditionnement des résines ;

■ INB 38 – installation STE2, collecte, traitement des effluents et entreposage des boues de précipitation et atelier AT1, installation prototype en cours de démantèlement ;

■ INB 47 – atelier ÉLAN IIB, installation de recherche en cours de démantèlement.

LES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT :

■ INB 116 – usine UP3-A :

- T0 : atelier de déchargement à sec des éléments combustibles usés,
- Piscines D et E : piscines d'entreposage des éléments combustibles usés,
- T1 : atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues,
- T2 : atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, et de concentration/entreposage des solutions de produits de fission,
- T3/T5 : ateliers de purification et d'entreposage du nitrate d'uranyle,
- T4 : atelier de purification, de conversion en oxyde et de conditionnement du plutonium,
- T7 : atelier de vitrification des produits de fission,

- BSI : atelier d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- BC : salle de conduite de l'usine, atelier de distribution des réactifs et laboratoires de contrôle de marche du procédé,
- ACC : atelier de compactage des coques et embouts,
- AD2 : atelier de conditionnement des déchets technologiques,
- ADT : aire de transit des déchets,
- EDS : entreposage de déchets solides,
- D/E EDS : atelier de désentreposage/entreposage de déchets solides,
- ECC : ateliers d'entreposage et de reprise des déchets technologiques et de structures conditionnés,
- E/EV sud-est : atelier d'entreposage des résidus vitrifiés,
- E/EV/LH et E/EV/LH 2 : extensions de l'entreposage des résidus vitrifiés ;

■ INB 117 – usine UP2-800 :

- NPH : atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés en piscine,
- Piscine C : piscine d'entreposage des éléments combustibles usés,
- R1 : atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues (incluant l'URP : atelier de redissolution du plutonium),
- R2 : atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission et de concentration des solutions de produits de fission (incluant l'UCD : unité centralisée de traitement des déchets alpha),
- SPF (4, 5, 6) : ateliers d'entreposage des produits de fission,
- R4 : atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- BST1 : atelier de deuxième conditionnement et d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- R7 : atelier de vitrification des produits de fission,
- AML – AMEC : ateliers de réception et d'entretien des emballages ;

■ INB 118 – installation STE3, collecte, traitement des effluents et entreposage des colis bitumés :

- D/E EB : entreposage des déchets alpha,
- MDS/B : minéralisation des déchets de solvant.



Projet « nouvelle concentration de produits de fission » (NCPF)

L'ASN a poursuivi son instruction du projet NCPF, relatif à la mise en service de nouveaux évaporateurs concentrateurs de produits de fission en remplacement des anciens, dont l'introduction a débuté en août 2019, pour se terminer en novembre 2019 (voir chapitre 11). Une inspection a été réalisée en octobre 2019 sur les chantiers de construction des bâtiments de ces six nouveaux évaporateurs. L'organisation pour la gestion de ce chantier est apparue rigoureuse. Une nouvelle inspection de l'ASN sur ces chantiers est programmée en 2020.

Extension des entreposages de colis standard de déchets compactés (CSD-C)

Orano Cycle a déposé en avril 2017 un dossier de demande d'autorisation de modification substantielle visant à réaliser une extension des entreposages de CSD-C. L'enquête publique s'est déroulée du 5 juin au 8 juillet 2019. L'ASN poursuit l'instruction de ce dossier.

LES OPÉRATIONS DE MISE À L'ARRÊT DÉFINITIF ET DÉMANTÈLEMENT

L'ancienne [usine UP2-400](#) (INB 33) a été mise en service en 1966 et est arrêtée définitivement depuis le 1^{er} janvier 2004.

L'arrêt définitif concerne également trois INB associées à l'usine UP2-400 : l'INB 38 (installation STE2 et atelier AT1), l'INB 47 (atelier ELAN IIB) et l'INB 80 (atelier HAO).

En 2019, l'ASN a finalisé l'instruction des dossiers de réexamen de sûreté des INB 33, 38 et 47. La [décision n°2019-DC-0673 de l'ASN](#), encadrant la poursuite de leur démantèlement, a été publiée le 25 juin 2019.

L'ASN a poursuivi l'instruction des demandes d'autorisation de démantèlement partiel pour les INB 33 et 38 transmises en avril 2018. Les reports demandés par l'exploitant conduisent à des échéances de fin de démantèlement en 2046 et 2043, au lieu de 2035 actuellement pour les deux INB. Orano doit compléter, début 2020, d'une part, le dossier de démantèlement de l'INB 33 concernant la suppression des interactions en cas de séisme entre l'atelier MAPu et l'atelier BST1 par la démolition des étages supérieurs du MAPu, d'autre part, son mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale, avant le lancement de l'enquête publique.

L'ASN note que les reports d'échéances demandés sont significatifs et sont dus en grande partie aux retards pris dans la reprise et le conditionnement des déchets anciens. De ce fait, l'ASN poursuivra en 2020 sa démarche de contrôle de la gestion de ces projets.

LES OPÉRATIONS DE REPRISE ET DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS ANCIENS

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne, que produisent les nouvelles usines UP2-800 et UP3-A de La Hague, la majeure partie des déchets produits par la première usine UP2-400 a été entreposée en vrac, sans conditionnement définitif. Les opérations de reprise de ces déchets sont complexes et nécessitent la mise en œuvre de moyens importants. Elles présentent des enjeux de sûreté et de radioprotection majeurs, que l'ASN contrôle particulièrement.

La reprise des déchets contenus dans les entreposages anciens du site de La Hague constitue, en outre, un préalable aux opérations de démantèlement et d'assainissement de ces entreposages.

Reprise et conditionnement des boues de STE2

La station de traitement des effluents STE2 d'UP2-400 servait à collecter les effluents de l'usine UP2-400, à les traiter et à entreposer les boues de précipitation issues du traitement. Les boues de [STE2](#) sont ainsi les précipités qui fixent l'activité radiologique contenue dans les effluents et elles sont entreposées dans sept silos. Une partie des boues a été enrobée dans du bitume et conditionnée dans des fûts en acier inoxydable dans [l'atelier STE3](#). À la suite de l'interdiction du bitumage par l'ASN en 2008, Orano a étudié d'autres modes de conditionnement pour les boues non conditionnées ou entreposées.

Le scénario concernant la reprise et le conditionnement des boues de STE2 présenté en 2010 était découpé en trois étapes :

- reprise des boues entreposées dans des silos de STE2 (INB 38) ;
- transfert et traitement, initialement envisagé par séchage et compactage, dans STE3 (INB 118) ;
- conditionnement des pastilles obtenues en colis dénommés « C5 » en vue du stockage en couche géologique profonde.

L'ASN a autorisé la première phase de travaux pour la reprise des boues de STE2 en 2015 et le décret d'autorisation de création de la station de traitement des effluents STE3 a été modifié par [décret du 29 janvier 2016](#), afin de permettre l'implantation du procédé de traitement des boues de STE2.

Fin 2017, Orano Cycle a cependant informé l'ASN que le procédé retenu pour le traitement des boues dans STE3 pouvait entraîner des difficultés pour l'exploitation et la maintenance des équipements. Orano Cycle a proposé un scénario alternatif par centrifugation et a transmis en août 2019 un dossier d'options de sûreté (DOS), qui repose cependant sur des hypothèses encore trop peu étayées. Une inspection a eu lieu fin 2019 et a montré que le projet n'était pas suffisamment mûr pour que l'ASN puisse donner un avis sur ce DOS. Celui-ci devra être révisé, en particulier sur les options structurantes du projet concernant le traitement des effluents et les rejets dans l'environnement, ainsi que la maîtrise du risque d'incendie.



Les enjeux de sûreté associés au silo 130

Le **silo 130** a été conçu et construit selon les exigences de sûreté en vigueur dans les années 1960. La structure du génie civil du silo 130 est aujourd'hui fragilisée par le vieillissement et par l'incendie survenu en 1981. En outre, les déchets, initialement entreposés à sec, se retrouvent submergés pour partie dans un volume important d'eau, depuis l'extinction de l'incendie de 1981. L'eau est donc en contact direct avec les déchets et peut contribuer à la corrosion du cuvelage en acier noir, qui est aujourd'hui l'unique barrière de confinement.

Ainsi, un des risques majeurs concerne la dispersion des substances radioactives dans l'environnement (infiltration de l'eau contaminée dans la nappe phréatique).

Un autre facteur pouvant compromettre la sûreté du silo 130 est lié à la nature des substances présentes dans les déchets, comme le magnésium, qui est pyrophorique. L'hydrogène, gaz hautement inflammable, peut aussi être produit par des phénomènes de radiolyse ou de corrosion (présence d'eau). Ces éléments contribuent aux risques d'incendie et d'explosion.

Silo 130

Le **silo 130** est un entreposage enterré en béton armé, muni d'un cuvelage en acier noir utilisé pour l'entreposage à sec de déchets solides issus du traitement des combustibles des réacteurs UNGG, ainsi que de déchets technologiques et de terres et gravats contaminés. Le silo a reçu des déchets de ce type à partir de 1973, jusqu'à son incendie en 1981, qui a contraint l'exploitant à noyer ces déchets. L'étanchéité du silo ainsi rempli d'eau n'est aujourd'hui assurée qu'au moyen d'une unique barrière de confinement, constituée d'une « peau » en acier. La surveillance de l'étanchéité du silo 130 est effectuée par un réseau de piézomètres situés à proximité. Le scénario de reprise et de conditionnement de ces déchets comporte quatre étapes :

- reprise et conditionnement des déchets UNGG solides ;
- reprise des effluents liquides ;
- reprise et conditionnement des déchets UNGG résiduels et des boues de fond de silo ;
- reprise et conditionnement des terres et gravats.

Orano Cycle a construit une cellule de reprise au-dessus de la fosse contenant les déchets et un nouveau bâtiment dédié aux opérations de tri et de conditionnement. La première descente du grappin dans la fosse avec préhension de déchets a eu lieu le 24 juin 2019 et le remplissage du premier fût a débuté fin 2019. L'ASN a contrôlé la préparation du futur exploitant des installations de reprise des déchets en 2019 et considère que l'organisation mise en œuvre est satisfaisante. L'ASN note des difficultés répétées lors du démarrage des opérations de reprise. Orano Cycle devra veiller à les résoudre rapidement afin d'assurer une reprise des déchets conforme aux exigences de la [décision n° 2010-DC-0190 du 29 juin 2010](#), modifiée en novembre 2019.

Silo HAO et stockage organisé des coques (SOC)

L'atelier haute activité oxyde (HAO – INB 80) assurait les premières étapes du processus de traitement des combustibles nucléaires usés : réception, entreposage puis cisailage et dissolution. Les solutions de dissolution produites dans l'INB 80 étaient ensuite transférées dans l'ensemble industriel UP2-400, dans lequel avait lieu la suite des opérations de traitement.

L'INB 80 est composée de :

- HAO Nord, lieu de déchargement et d'entreposage des combustibles usés ;

- HAO Sud, où étaient effectuées les opérations de cisailage et dissolution ;
- le bâtiment « filtration », qui comporte le système de filtration de la piscine de HAO Sud ;
- le silo HAO, dans lequel sont entreposés des coques et embouts (morceaux de gaine et embouts de combustible) en vrac, des fines provenant essentiellement du cisailage, des résines et des déchets technologiques issus de l'exploitation de l'atelier HAO entre 1976 et 1997 ;
- le stockage organisé des coques (SOC), composé de trois piscines dans lesquelles sont entreposés des fûts contenant coques et embouts.

En 2019, l'exploitant a poursuivi les opérations préalables à la reprise des déchets du silo HAO (notamment la construction de la future cellule de reprise des déchets) et a débuté les essais importants pour la sûreté.

Les solutions anciennes de produits de fission entreposées dans l'unité SPF2 de l'usine UP2-400

Pour le conditionnement des produits de fission issus du retraitement de combustibles provenant des réacteurs de la filière UNGG et contenant notamment du molybdène (PF UMo), l'exploitant a retenu la vitrification en creuset froid. Le colis ainsi produit est un colis standard de déchets UMo vitrifiés (CSDU). Orano Cycle a poursuivi les opérations de reprise de ces solutions en 2019 et a rencontré divers aléas techniques liés à l'utilisation du creuset froid. L'ASN sera vigilante à la fin de reprise de ces solutions, prévue en 2020.

Les échéances des projets de reprise et conditionnement des déchets anciens

L'ASN a encadré par des prescriptions l'ensemble des programmes de reprise et conditionnement des déchets anciens de La Hague, par [décision n° 2014-DC-0472 du 9 décembre 2014](#). Cette décision définit les priorités en matière de sûreté des opérations de RCD et fixe des jalons pour chacun des programmes concernés.

Le calendrier initialement prévu pour la reprise de ces déchets a fortement dérivé et a continué de dériver ces dernières années. L'ASN a examiné les reports d'échéances demandés par Orano Cycle ainsi que leurs justifications ; elle estime que les retards doivent être accompagnés de mesures compensatoires permettant de réduire le risque à un niveau aussi



bas que possible, car les bâtiments dans lesquels ces déchets anciens sont entreposés ne répondent pas aux standards de sûreté actuels. Ainsi, l'ASN estime que les projets de reprise et de conditionnement de déchets doivent être gérés de façon exemplaire et dans des référentiels robustes, qui permettent une mise en œuvre des solutions de reprise rapide, afin de minimiser les risques le plus tôt possible. À ce titre, l'ASN considère qu'il est nécessaire qu'Orano Cycle apporte des améliorations effectives à la gestion des projets de reprise des déchets anciens produits par le fonctionnement de l'usine UP2-400, notamment ceux concernant les boues entreposées dans les silos de STE2, les déchets du silo HAO et ceux du silo 130.

En 2019, l'ASN a instruit des demandes de report d'échéances pour la reprise des solutions anciennes de produits de fission stockées dans l'unité SPF2, des déchets du silo 130, du silo HAO et des piscines du SOC. L'ASN a modifié l'échéance de fin

de reprise des solutions anciennes de produits de fission stockées dans l'unité SPF2 à fin décembre 2020 par la [décision n°2019-DC-0665 du 9 avril 2019](#). La nouvelle échéance de début de reprise des déchets du silo 130 est fixée au 29 février 2020 par la [décision n°2019-DC-0682 du 12 novembre 2019](#). Enfin, l'ASN a reporté à juin 2022 l'échéance fixant le début de reprise des déchets du silo HAO et des piscines du SOC.

Compte tenu des difficultés dans les projets de reprise et conditionnement des déchets, l'ASN a entamé une démarche exploratoire de contrôle de l'avancement des projets de reprise des déchets anciens et de démantèlement de La Hague, qui a intégré une auto évaluation de l'exploitant et une inspection de revue en fin d'année 2019. L'ASN constate que l'exploitant a défini une méthodologie de gestion de projets satisfaisante, mais que des progrès sont nécessaires dans la conduite de ces projets, afin que les échéances soient respectées.

Appréciation du site de La Hague

En 2019, l'ASN considère que les performances de l'établissement Orano Cycle La Hague sont satisfaisantes pour ce qui concerne la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement.

Concernant la sûreté nucléaire, l'ASN relève une amélioration, à conforter, dans la maîtrise des contrôles et essais périodiques, résultant de la prise en compte du retour d'expérience des événements significatifs déclarés ces dernières années. Toutefois, l'ASN a constaté plusieurs dépassements de la périodicité des contrôles, liés à des faiblesses organisationnelles relatives à leur intégration dans l'outil de suivi.

L'exploitant devra également améliorer significativement son organisation quant à la gestion des risques impliquant des substances dangereuses. L'ASN a constaté, lors de plusieurs inspections, des insuffisances en matière de prévention des accidents majeurs mettant en jeu des substances dangereuses et un manque de moyens pour maîtriser la conformité des installations classées pour la protection de l'environnement de l'établissement.

L'ASN estime que l'exploitant doit poursuivre les efforts engagés pour la surveillance des intervenants extérieurs, notamment par l'amélioration de la méthodologie d'élaboration des plans de surveillance et la formalisation des supports de surveillance. L'ASN note qu'un plan d'action a été engagé par l'exploitant à ce sujet et sera vigilante au déploiement de nouvelles pratiques en 2020.

L'ASN considère que l'organisation de l'exploitant concernant le risque d'incendie est satisfaisante. Orano Cycle devra cependant veiller à l'adéquation entre les délais d'intervention en cas d'incendie prévus dans sa démonstration de sûreté nucléaire et ceux observés lors d'exercices. De plus, l'exploitant devra améliorer la priorisation des interventions des équipes de lutte contre l'incendie. L'ASN restera attentive,

en 2020, à la cohérence entre les gestes d'intervention à accomplir et les moyens humains mobilisés sur le site.

En matière de radioprotection, l'ASN relève que l'organisation du site de La Hague et les résultats obtenus sont satisfaisants, notamment vis-à-vis de l'optimisation de la dosimétrie des interventions. Toutefois, les contrôles menés par sondage ont révélé des retards de réalisation des contrôles techniques de radioprotection, ainsi que des manques de rigueur dans la tenue des registres d'entrée en zones orange et rouge et le suivi des balises mobiles de radioprotection.

L'ASN considère l'organisation de l'exploitant satisfaisante pour la protection de l'environnement. Orano Cycle devra néanmoins apporter plus de rigueur à la gestion des déchets dans les ateliers, particulièrement concernant les conditions d'entreposage et les contrôles radiologiques.

Concernant la conduite des projets de démantèlement et de reprise et de conditionnement des déchets anciens, l'ASN considère que l'organisation et la gestion des projets doivent faire l'objet d'améliorations structurantes afin que les échéances des engagements pris par Orano, transcrites dans des prescriptions de l'ASN ou des décrets, soient respectées. L'ASN relève positivement la prise en compte du retour d'expérience issu du projet silo 130, afin d'améliorer la réalisation des essais importants pour la sûreté du projet silo HAO et la maîtrise des risques d'incendie du projet concernant la reprise des déchets anciens du silo 115. Cependant, les efforts doivent être accentués et élargis. Orano devra prendre toutes les dispositions pour allouer les ressources nécessaires, qu'elles soient internes ou externes, sur le moyen et le long terme, afin de garantir l'efficacité de la gestion de ses projets. De plus, l'ASN s'assurera qu'Orano justifie rigoureusement les changements de scénarios et les durées des opérations associées et sera vigilante quant à la rigueur dans la conduite des projets.



Région Nouvelle-Aquitaine

La division de Bordeaux contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région [Nouvelle-Aquitaine](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire du Blayais (4 réacteurs de 900 MWe),
- la centrale nucléaire de Civaux (2 réacteurs de 1450 MWe);



p. 200

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 19 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 24 services de médecine nucléaire,
- 88 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 89 scanners,
- environ 6000 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 230

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 700 établissements industriels et de recherche, dont 50 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 1 accélérateur de particules de type cyclotron,
- 67 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- environ 500 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;



p. 258

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 5 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 8 organismes pour la mesure du radon,
- 4 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement.

En 2019, l'ASN a réalisé 143 inspections dans la région Nouvelle-Aquitaine, dont 40 inspections dans les centrales nucléaires du Blayais et de Civaux, 89 inspections dans les installations nucléaires de proximité, 7 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives et 7 inspections d'organismes et laboratoires agréés.

L'ASN a, par ailleurs, réalisé 17 jours d'inspection du travail à la centrale nucléaire du Blayais et 4,5 jours à la centrale nucléaire de Civaux.

Au cours de l'année 2019, 4 événements significatifs classés au niveau 1 de l'[échelle INES](#) ont été déclarés par les

exploitants des centrales nucléaires de Nouvelle-Aquitaine. Dans le domaine du nucléaire de proximité, un événement significatif pour la radioprotection classé au niveau 1 de l'échelle INES a été déclaré à l'ASN. Un événement concernant les patients en radiothérapie a été classé au niveau 2 sur l'échelle ASN-SFRO.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal d'infraction à l'encontre d'un établissement pratiquant la radiographie industrielle en casemate.



Centrale nucléaire du Blayais

La centrale nucléaire du [Blayais](#) est exploitée par EDF dans le département de la Gironde, à 50 km au nord de Bordeaux. Cette centrale est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 900 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 86, les réacteurs 3 et 4 l'INB 110.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Blayais rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF en matière de sûreté nucléaire, et qu'elles sont en retrait en matière de radioprotection. Les performances en matière de protection de l'environnement, bien que comparables à la moyenne du parc nucléaire, doivent être améliorées.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN estime que la centrale est en progression dans le domaine de la maintenance, et fait preuve d'une bonne maîtrise dans la réalisation des travaux pendant les arrêts de réacteur. Cependant, l'ASN constate encore des défauts dans la qualité de la documentation opérationnelle pour la préparation et la réalisation des activités. L'ASN considère que ces défauts concourent à un manque dans le suivi des procédures, qui subsiste en 2019 malgré la mise en place d'un plan d'action à ce sujet. Des défauts de surveillance en salle de commande, notamment dus aux sollicitations multiples des opérateurs, ont été relevés dans plusieurs événements significatifs. Par ailleurs, l'ASN constate en 2019 une succession d'événements susceptibles de porter atteinte à la gaine du combustible, première barrière de confinement des substances radioactives.

Dans le domaine de la radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que la situation s'est dégradée sur différents aspects liés à la maîtrise de la propreté radiologique, au comportement des intervenants, ainsi qu'à l'organisation des chantiers. De plus, l'ASN constate un manque de prise en compte du retour d'expérience sur l'année, illustré notamment par une série d'événements au cours du dernier des quatre arrêts de réacteur de 2019.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que l'exploitant tarde à apporter des solutions correctives pérennes aux pollutions historiques des sols et nappes souterraines détectées ces dernières années. Elle note toutefois que les investigations menées par le site progressent. De plus, des rejets liquides non radioactifs non conformes sont survenus, en lien avec les difficultés qu'éprouve l'exploitant à entretenir ses réseaux d'eaux usées.

En matière d'inspection du travail, l'ASN a assuré le suivi des dossiers de conformité des ponts lourds, des outillages de fabrication locale, et de la ventilation des locaux à pollution spécifique. Les délais de diagnostic et de remise en conformité sont jugés trop longs. En collaboration avec la Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (Direccte), l'ASN a identifié une mauvaise maîtrise du risque lié à l'amiante. Un contrôle sur les temps de travail des salariés a également été engagé.

Centrale nucléaire de Civaux

La centrale nucléaire de [Civaux](#) est exploitée par EDF dans le département de la Vienne, à 30 km au sud de Poitiers, en région Nouvelle-Aquitaine. Elle comprend deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1450 MWe. Le réacteur 1 constitue l'INB 158, le réacteur 2 l'INB 159. Ce site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Civaux en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, concernant les activités d'exploitation, l'ASN considère que les opérations de conduite des réacteurs sont globalement menées avec rigueur. Néanmoins, l'exploitant doit rester vigilant à bien préparer, puis réaliser les manœuvres de conduite délicates, quand d'autres activités menées simultanément peuvent nécessiter l'attention des mêmes opérateurs. L'ASN estime que l'exploitant a globalement bien réalisé les activités de maintenance prévues au cours de l'unique arrêt pour maintenance en 2019,

qui s'est déroulé sur le réacteur 2. L'exploitant doit encore progresser dans la qualité des actes de maintenance afin d'aborder dans les meilleures conditions possibles les années à venir, plus chargées en arrêts et activités de maintenance, avec notamment les visites décennales qui seront réalisées dans le cadre du deuxième réexamen périodique des réacteurs.

Concernant la radioprotection des travailleurs, l'ASN estime que l'exploitant a fait des progrès dans la mise en œuvre des mesures de prévention. Néanmoins, l'ASN considère que le site doit améliorer la gestion de l'accès des intervenants à certaines zones présentant un niveau élevé d'exposition aux rayonnements ionisants.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN considère que l'exploitant doit améliorer sa stratégie de gestion d'un déversement accidentel de produits dangereux, afin d'éviter son transfert dans l'environnement. Les attentes de l'ASN ont été prescrites par [décision n° 2019-DC-0666 du 18 avril 2019](#). Les dispositions matérielles et organisationnelles mises en place par l'exploitant dans ce cadre seront contrôlées en 2020. L'ASN estime par ailleurs que l'exploitant doit progresser dans la gestion des déchets radioactifs sur ses installations.



En matière d'inspection du travail, des enquêtes spécifiques ont été conduites après la survenue d'accidents du travail, notamment après des expositions accidentelles à l'amiante.

En 2019, l'ASN considère que l'exploitant a pris des mesures adaptées face au risque chimique, dont le manque de maîtrise avait été souligné en inspection l'année précédente.

Les sites et sols pollués et les sites miniers

Lors de la réalisation de travaux de terrassement, une pollution par du radium-226 a été mise en évidence en 2015 sur des terrains appartenant à la ville de Bordeaux (secteur des bassins à flot). Sur proposition de l'ASN, l'arrêté préfectoral du 1^{er} juin 2015 a prescrit à la ville de Bordeaux la réalisation d'une étude approfondie, destinée à caractériser l'origine et l'ampleur de la pollution, ainsi que des solutions d'assainissement.

L'analyse des éléments transmis par la ville de Bordeaux a conduit l'ASN à proposer à la préfète de la Gironde un arrêté fixant le périmètre et les conditions de l'intervention, les objectifs d'assainissement et les mesures d'information du public.

L'arrêté a été signé le 14 juin 2019 et les travaux de dépollution ont eu lieu au cours de l'été. En juillet 2019, l'ASN a vérifié, au cours d'une inspection du chantier de dépollution, le respect des dispositions prescrites dans l'arrêté concernant le déroulement des excavations et l'évacuation des gravats contaminés, ainsi que des exigences réglementaires de radioprotection des travailleurs. L'ASN statuera en 2020 sur l'atteinte des objectifs d'assainissement du site après expertise de l'IRSN.



Région Occitanie

Les divisions de Bordeaux et de Marseille assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les 13 départements de la région [Occitanie](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Golfech, constituée de 2 réacteurs à eau sous pression de 1300 MWe,
- l'usine Melox de production de combustible nucléaire « MOX »,
- le centre de recherche du CEA Marcoule, qui inclut les INB civiles Atalante et Phénix, ainsi que le chantier de construction de l'installation d'entreposage de déchets Diadem,
- l'installation Centraco de traitement de déchets faiblement radioactifs,
- l'ionisateur industriel Gammatec,
- l'installation d'entreposage de déchets Écrin sur le site de Malvésy ;



p. 230

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 800 établissements industriels et de recherche, dont 4 accélérateurs de particules de type cyclotron, 26 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle et 79 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- environ 450 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;



p. 258

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 3 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
- 5 organismes pour la mesure du radon,
- 7 organismes pour le contrôle de la radioprotection.



p. 200

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 14 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 22 services de médecine nucléaire,
- 97 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 113 scanners,
- environ 5000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;

En 2019, l'ASN a réalisé 115 inspections en région Occitanie, dont 50 inspections dans les INB, 47 inspections dans le nucléaire de proximité, 8 dans le domaine du transport de substances radioactives et 10 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Par ailleurs, l'ASN a réalisé 7,5 jours d'inspection du travail à la centrale nucléaire de Golfech.

Au cours de l'année 2019, 1 événement significatif classé au niveau 2 de l'[échelle INES](#) et 3 événements classés au niveau 1 ont été déclarés par les exploitants des installations

nucléaires d'Occitanie. Dans le domaine du nucléaire de proximité, 4 événements significatifs de radioprotection classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal d'infraction à l'encontre d'un exploitant nucléaire et mis en demeure l'université Paul Sabatier de Toulouse d'évacuer ses sources et déchets nucléaires les plus irradiants dans un délai d'un an (voir chapitre 8).



Centrale nucléaire de Golfech

La centrale nucléaire de [Golfech](#), exploitée par EDF, est située dans le département de Tarn-et-Garonne, à 40 km à l'ouest de Montauban. Cette centrale est constituée de deux réacteurs à eau sous pression d'une puissance de 1300 MWe. Le réacteur 1 constitue l'INB 135, le réacteur 2 l'INB 142.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Golfech en matière de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur EDF mais que ses performances en radioprotection sont en retrait par rapport à cette appréciation générale. Les performances en matière de sûreté nucléaire sont, quant à elles, nettement en retrait de l'appréciation générale que l'ASN porte sur le parc nucléaire. L'ASN considère qu'elles doivent faire l'objet d'une priorité pour l'exploitant; elle en assurera un suivi rapproché en 2020.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, la qualité des opérations d'exploitation a continué à se détériorer en 2019. L'ASN a mené, pendant une semaine, une inspection de revue qui a mis en exergue un manque de rigueur systémique. L'ASN considère que l'amélioration des performances dans ce domaine doit faire l'objet d'une priorité absolue de la part de l'exploitant. Le manque de rigueur a également été constaté dans le domaine de la maintenance. L'ASN considère également que l'avis de la filière indépendante de sûreté est insuffisamment pris en compte par la direction de la centrale.

L'année 2019 a été marquée par la déclaration de nombreux événements significatifs pour la sûreté. Huit événements sont survenus pendant l'arrêt programmé du réacteur 2, dont un classé au niveau 2 de l'échelle INES.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que la maîtrise de la propreté radiologique des locaux potentiellement contaminés doit rapidement être améliorée. Des défauts ont à nouveau été constatés dans la préparation et la réalisation des activités à fort enjeu de radioprotection.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que l'exploitant doit progresser en matière de prévention des rejets dans l'environnement, notamment dans la détection des fuites de produits dangereux, ainsi que dans la maîtrise des équipements concourant au confinement de ces produits sur site.

Dans le domaine de l'inspection du travail, l'ASN a conduit des enquêtes spécifiques à la suite d'accidents du travail ou de situations marquantes, qui ont notamment abouti à une demande de vérification d'installations électriques. L'ASN a suivi les dossiers de conformité des ponts lourds et de la ventilation des locaux à pollution spécifique. En collaboration avec la Direccte, l'ASN a identifié une mauvaise maîtrise du risque lié à l'amiante.

PLATEFORME DE MARCOULE

La [plateforme nucléaire de Marcoule](#) est située à l'ouest d'Orange, dans le département du Gard. Elle est dédiée, pour ce qui concerne ses six installations civiles, à des activités de recherche relatives à l'aval du cycle du combustible et à l'irradiation de matériaux, ainsi qu'à des activités industrielles, notamment concernant la fabrication de combustible MOX, le traitement de déchets radioactifs et l'irradiation de matériaux. La majeure partie du site est en outre constituée d'installations nucléaires de défense.

Centre du CEA de Marcoule

Créé en 1955, le centre CEA de Marcoule comporte trois installations civiles: les laboratoires Atalante (INB 148), la centrale Phénix (INB 71) et l'installation d'entreposage Diadem (INB 177).

Installation Atalante – Centre du CEA

Les laboratoires [Atalante](#), créés dans les années 1980, ont pour mission principale de mener des activités de recherche et développement en matière de recyclage des combustibles nucléaires, de gestion des déchets ultimes et d'exploration de nouveaux concepts pour les systèmes nucléaires de quatrième génération. Afin d'étendre ces activités de recherche, des aménagements ont été réalisés en 2017 pour accueillir des activités et des équipements provenant du Laboratoire d'études et de fabrications des combustibles avancés (Lefca) du centre CEA de Cadarache.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen de l'installation en décembre 2016. Les conclusions de ce rapport ont été examinées par le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines ([GPU](#)) le 19 juin 2019. L'ASN estime que la réalisation du réexamen périodique de l'installation et le plan d'action qui en découle sont relativement robustes. L'exploitant doit néanmoins renforcer sa maîtrise du risque d'incendie.

L'ASN considère que le niveau de sûreté d'Atalante est assez satisfaisant. Toutefois, l'exploitant doit s'améliorer en matière de réalisation des contrôles et essais périodiques, de surveillance des intervenants extérieurs et de gestion des déchets. L'ASN a par ailleurs réalisé une analyse approfondie de l'événement [survenu le 19 décembre 2018](#) qui a conduit à l'éclatement d'un flacon contenant un liquide radioactif manipulé dans une boîte à gants. Cet événement avait blessé l'intervenant réalisant la manipulation. L'ASN a demandé à l'exploitant une analyse des causes profondes de la survenue de cet incident, classé au niveau 1 sur l'échelle INES, avec une attention particulière portée sur les réactifs à l'origine de l'explosion et les facteurs sociaux, organisationnels et humains de l'événement. Dans l'attente des résultats de cette analyse, les locaux concernés sont consignés.

Centrale Phénix – Centre du CEA

La [centrale Phénix](#) est un réacteur surgénérateur de démonstration de la filière dite « à neutrons rapides », refroidi au sodium. Ce réacteur, d'une puissance électrique de 250 MWe, a été définitivement arrêté en 2009 et est en cours de démantèlement.



Le **démantèlement** est encadré dans ses grandes phases par le [décret n°2016-739 du 2 juin 2016](#). La [décision n°2016-DC-0564 de l'ASN du 7 juillet 2016](#) de l'ASN prescrit au CEA différents jalons et opérations de démantèlement.

L'exploitant a poursuivi en 2019 la mise en œuvre des actions permettant de répondre aux prescriptions de l'ASN et à ses engagements, pris dans le cadre de son réexamen périodique.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de la centrale Phénix est assez satisfaisant. Des améliorations sont notamment attendues sur la gestion du risque d'incendie, la surveillance des intervenants extérieurs, l'analyse des causes organisationnelles des événements significatifs. L'évacuation des combustibles irradiés et la dépose d'équipements se sont poursuivies en 2019 dans des conditions de sûreté globalement satisfaisantes, mais avec un rythme plus faible que prévu pour ce qui est de l'évacuation du combustible, à la suite d'aléas techniques. La construction de l'installation NOAH, qui assurera le traitement du sodium de Phénix et d'autres installations du CEA, a progressé en 2019 et les premiers essais de fonctionnement ont été réalisés. Le dépôt du dossier de mise en service de cet atelier est attendu pour 2020.

Installation Diadem – Centre du CEA

L'installation [Diadem](#), en cours de construction, sera dédiée à l'entreposage de conteneurs de déchets radioactifs émetteurs de rayonnement bêta et gamma, ou riches en émetteurs alpha, dans l'attente de la construction d'installations permettant le stockage de déchets à vie longue, ou de déchets de faible et moyenne activité à vie courte dont les caractéristiques – notamment le débit de dose –, ne permettent pas l'acceptation en l'état dans le [Centre de stockage de l'Aube](#).

Après une suspension partielle (hors génie civil) du chantier en 2018, pour des raisons budgétaires, la majorité des lots de travaux ont été remobilisés en janvier 2019. Le dépôt du dossier de mise en service de cette installation est prévu en 2020.

Usine Melox

L'INB 151, dénommée [Melox](#), créée en 1990 et exploitée par Orano Cycle, est une usine de production de combustible MOX, combustible constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'usine Melox demeure satisfaisant.

Les barrières de confinement, sur lesquelles repose une grande partie de la démonstration de sûreté, sont efficaces et robustes.

Les enjeux de radioprotection de l'installation sont traités avec rigueur, l'exploitant poursuivant ses chantiers pour permettre des gains dosimétriques dans le cadre du vieillissement des installations et de l'optimisation nécessaire des postes de travail. L'exploitant a notamment déployé en 2019 un important plan de maintenance préventive des équipements et de fiabilisation de l'outil industriel, ce qui a une influence positive sur la dosimétrie à moyen terme. L'ASN a par ailleurs constaté en 2019 un effort important de recherche et développement

Appréciation du centre CEA de Marcoule

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection du centre CEA de Marcoule est assez satisfaisant. En matière de protection de l'environnement, l'exploitant déploie un plan d'action visant à mettre en conformité les piézomètres du centre avec l'[arrêté du 11 septembre 2003](#).

L'ASN considère par ailleurs que la gestion des transports internes au centre de Marcoule et l'organisation locale de crise sont assurées de manière globalement satisfaisante.

Dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté réalisées à la suite de l'accident de Fukushima, le centre CEA de Marcoule a transmis, en 2018, une actualisation de son dossier relatif aux travaux de renforcement prévus du bâtiment de gestion de crise du centre vis-à-vis du risque de tornade. L'instruction de ce dossier, en cours, s'attachera à évaluer l'impact de ces renforcements sur la tenue sismique des bâtiments, et la justification de l'habitabilité et de l'accessibilité de ces locaux lors des différentes situations accidentelles rencontrées. À la demande conjointe de l'ASN et de l'ASND, une expertise est en cours concernant les effets de site sismiques propres au site de Marcoule.

L'ASN estime que la conduite du chantier est satisfaisante. Elle souligne que cette installation est appelée à jouer un rôle central dans la stratégie globale de démantèlement et de gestion des déchets du CEA et que les opérations nécessaires à sa mise en service doivent constituer une priorité du CEA. Il est à noter qu'une demande de modification du décret d'autorisation de création sera nécessaire pour changer la technologie de fermeture des colis, dans l'optique de réduire le risque d'incendie dans l'installation.

sur les techniques de mesure et d'évaluation de la dose au niveau du cristallin et sur les dispositifs de protection du cristallin adaptés à l'installation, pour prendre en compte l'abaissement de la limite réglementaire d'exposition du cristallin pour les travailleurs à 20 mSv/an (millisieverts par an) à compter du 1^{er} juillet 2023.

La prévention du risque de criticité est une préoccupation majeure de l'exploitant et de l'ASN sur cette installation, avec notamment la prise en compte des facteurs sociaux, organisationnels et humains dans l'exploitation et dans les opérations de maintenance.

Pour ce qui concerne la prise en compte du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, les améliorations prescrites par l'ASN sont en cours de mise en œuvre. La mise en service du nouveau poste de commandement de crise interviendra plus tard qu'initialement prévu, du fait de difficultés techniques et contractuelles



avec le maître d'œuvre. Sur la base de mesures compensatoires proposées par l'exploitant, l'ASN a révisé l'échéance de la prescription associée, reportée à septembre 2020, par [décision n° 2019-DC-0678 de l'ASN du 16 juillet 2019](#).

L'année 2019 a par ailleurs été marquée par des aléas de production dans l'usine Melox (voir chapitre 11).

Usine Centraco

L'INB 160, dénommée [Centraco](#) et créée en 1996, est exploitée par la société Cyclife France, filiale à 100 % d'EDF. L'usine Centraco a pour finalité de trier, décontaminer, valoriser, traiter et conditionner, en particulier en réduisant leur volume, des déchets et des effluents faiblement et très faiblement radioactifs. Les déchets issus de son procédé sont ensuite acheminés vers le Centre de stockage de l'Aube de l'Andra. L'installation est constituée :

- d'une unité de fusion, où sont fondus les déchets métalliques, pour un tonnage annuel maximal de 3 500 tonnes ;
- d'une unité d'incinération, où sont incinérés les déchets combustibles, pour un tonnage annuel maximal de 3 000 tonnes de déchets solides et 2 000 tonnes de déchets liquides ;
- et de capacités d'entreposage.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant. L'exploitant doit néanmoins se mettre en conformité avec les dispositions de la [décision n° 2017-DC-0592](#) de l'ASN du 13 juin 2017 relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du plan d'urgence interne et améliorer son suivi en service des équipements sous pression.

L'exploitant a déposé en 2019 une demande de modification de l'installation auprès des administrations compétentes (ASN, ministre en charge de la sûreté nucléaire et préfet du Gard), dans l'optique d'élargir la gamme de déchets pouvant être traités par l'installation. L'instruction de cette demande a mis en évidence des lacunes, notamment concernant la nature des déchets traités et la prise en compte du risque d'inondation, qui nécessitent une révision du projet.

Ionisateur Gammatec

La société Stéris exploite depuis 2013 un irradiateur industriel, dénommé [Gammatec](#) (INB 170), qui assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et d'une casemate expérimentale. Toutes les deux renferment des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de Gammatec demeure satisfaisant en 2019. L'exploitant doit néanmoins progresser dans la gestion des sources radioactives de l'installation et dans la gestion des situations d'urgence, aussi bien en matière de sûreté que de sécurité des sources.

Installation Écrin

L'INB 175, dénommée [Écrin](#), est située sur le territoire de la commune de Narbonne, dans le département de l'Aude, au sein du site de Malvézi exploité par Orano Cycle et dans lequel sont transformés les concentrés issus des mines d'uranium en tétrafluorure d'uranium, ce qui constitue la première étape de constitution d'un combustible à l'uranium (hors extraction de minerais). Le procédé de transformation produit des effluents liquides contenant des boues nitrées chargées en uranium naturel, qui sont décantés et évaporés dans des lagunes de l'installation. L'ensemble de l'usine est soumis au régime des ICPE Seveso seuil haut.

Les deux bassins d'entreposages historiques de boues (B1 et B2) de l'usine, qui ne sont plus utilisés dans le procédé depuis la rupture de la digue du bassin B2 en 2004, constituent l'INB Écrin. Le classement de ces deux bassins comme installation nucléaire de base est dû à la présence de traces de radio-isotopes artificiels issus de campagnes de traitement d'uranium de retraitement en provenance du site de Marcoule. Cette INB a été autorisée par [décret du 20 juillet 2015](#) pour l'entreposage de déchets radioactifs pour une durée de 30 ans

et pour un volume de déchets limité à 400 000 m³ et d'activité radiologique totale inférieure à 120 TBq (térabecquerels).

La mise en service de l'installation a été autorisée par la [décision n° 2018-DC-0645 de l'ASN du 12 octobre 2018](#), qui a permis en 2019 à l'exploitant de débiter les travaux définis dans le décret d'autorisation, notamment la création d'une alvéole au sud du bassin B2, dont la finalité est d'entreposer les matériaux issus de la vidange des bassins B5 et B6. À l'issue de l'ensemble de ces travaux, une couverture bitumineuse sera mise en place sur les bassins de l'INB.

Par ailleurs, dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ([PNGMDR](#)), l'ASN a demandé à Orano Cycle d'étudier les différentes options de stockage à long terme pour les déchets contenus dans l'installation Écrin. L'instruction de ces études est en cours.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement d'Écrin est satisfaisant. Elle porte notamment un jugement positif sur le traitement d'anomalies apparues sur la digue ouest du bassin B1.



Région Pays de la Loire

La division de Nantes assure le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Pays de la Loire](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- l'irradiateur Ionisos de Sablé-sur-Sarthe,
- l'irradiateur Ionisos de Pouzauges;



p. 200

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 7 services de radiothérapie,
- 2 unités de curiethérapie,
- 11 services de médecine nucléaire,
- 39 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 53 scanners,
- environ 2500 appareils de radiologie médicale et dentaire;



p. 230

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- 1 cyclotron,
- 23 sociétés de radiologie industrielle dont 7 prestataires en gammagraphie,
- environ 400 autorisations d'équipements industriels et de recherche;



p. 258

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 6 agences pour le contrôle de la radioprotection,
- 13 établissements pour la mesure du radon,
- 1 siège de laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

En 2019, l'ASN a réalisé 56 inspections, dont 1 réalisée dans l'installation Ionisos de Pouzauges, 48 inspections dans le domaine du nucléaire de proximité et 7 inspections dans le domaine des transports de substances radioactives.

En 2019, un événement significatif a été classé au niveau 2 sur l'[échelle INES](#) (exposition d'un travailleur) et un autre au niveau 1.



Irradiateurs Ionisos

La société Ionisos exploite, sur les sites de Pouzauges (85) et de Sablé-sur-Sarthe (72), deux installations industrielles d'ionisation qui mettent en œuvre des sources radioactives scellées de haute activité de cobalt-60. Ces installations constituent respectivement les [INB 146](#) et [154](#).

Les rayonnements gamma émis servent à stériliser, à détruire les germes pathogènes ou à renforcer (par la réticulation) les propriétés techniques de certains polymères, en exposant les produits à ioniser (matériel médical à usage unique, conditionnements, matières premières ou produits finis destinés aux industries pharmaceutiques et cosmétiques, films d'emballage) pendant un laps de temps déterminé.

L'installation est constituée d'un bassin de stockage « sous eau » contenant les sources radioactives et surmonté d'une casemate où sont effectuées les opérations d'ionisation, de locaux d'entreposage des produits avant et après traitement, de bureaux et de locaux techniques.

L'ASN considère que l'exploitation des irradiateurs d'Ionisos en Pays de la Loire se déroule de manière satisfaisante en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. L'ASN a poursuivi, en 2019, l'instruction des rapports de réexamen périodique des deux irradiateurs.

Les sites et sols pollués et les sites miniers

L'ASN vient en appui des Dreal sur les sites et sols pollués et les sites miniers. Concernant les lieux de réutilisation des stériles miniers uranifères dans le domaine public, les 10 zones des Pays de la Loire concernées par des travaux prioritaires

ont été traitées (retrait partiel ou total des stériles miniers). Le site de l'Écarpière (44) a également accueilli des matériaux radiologiquement marqués par les eaux d'exhaure d'anciennes mines uranifères bretonnes.



Région Provence Alpes-Côte d'Azur

La division de Marseille assure le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région [Provence-Alpes-Côte d'Azur](#).

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

■ des installations nucléaires de base :

- le centre de recherche du CEA Cadarache qui compte 21 INB civiles, dont le réacteur Jules Horowitz en cours de construction,
- le chantier de construction de l'installation ITER, attenante au centre CEA de Cadarache,
- l'ionisateur industriel Gammaster ;



p. 200

■ des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 12 services de radiothérapie externe,
- 4 services de curiethérapie,
- 17 services de médecine nucléaire,
- 106 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 106 scanners,
- environ 8200 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



p. 230

■ des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :

- environ 800 établissements industriels et de recherche, dont 3 accélérateurs de particules de type cyclotron et 21 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- environ 300 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;



p. 258

■ des activités liées au transport de substances radioactives ;

■ des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
- 1 organisme pour la mesure du radon,
- 5 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

En 2019, l'ASN a réalisé 125 inspections en région PACA, dont 57 inspections dans les INB, 52 inspections dans le nucléaire de proximité, 5 dans le domaine du transport de substances radioactives et 11 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Au cours de l'année 2019, 3 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires. Dans le domaine

du nucléaire de proximité, 6 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont mis en demeure un exploitant d'INB de se conformer à la réglementation en matière d'élaboration du retour d'expérience et de désignation des activités et équipements importants pour la sûreté nucléaire et leurs exigences définies.



SITE DE CADARACHE

Centre du CEA de Cadarache

Créé en 1959, le [centre CEA de Cadarache](#) se situe sur le territoire de la commune de Saint-Paul-lez-Durance, dans le département des Bouches-du-Rhône et occupe une superficie de 1 600 hectares. Ce site concentre principalement son activité sur l'énergie nucléaire et est dédié, pour ce qui concerne ses installations civiles en fonctionnement, à la recherche et au développement pour le soutien et l'optimisation des réacteurs existants et à la conception de systèmes de nouvelle génération.

Les INB situées dans le centre sont :

- l'installation Pégase-Cascad (INB 22);
- le réacteur de recherche Cabri (INB 24);
- le réacteur de recherche Rapsodie (INB 25);
- la station de traitement des déchets solides (STD, INB 37-A);
- la station de traitement des effluents actifs (STE, INB 37-B);
- l'Atelier de technologie du plutonium (ATPu, INB 32);
- le réacteur de recherche Masurca (INB 39);
- le réacteur de recherche ÉOLE (INB 42);
- les Ateliers de traitement de l'uranium enrichi (ATUe, INB 52);
- le Magasin central de matières fissiles (MCMF, INB 53);
- le Laboratoire de purification chimique (LPC, INB 54);
- le Laboratoire de haute activité LECA-STAR (INB 55);
- le parc d'entreposage des déchets radioactifs solides (INB 56);
- le réacteur de recherche Phébus (INB 92);
- le réacteur de recherche Minerve (INB 95);
- le Laboratoire d'études et de fabrications des combustibles avancés – Lefca (INB 123);
- le laboratoire Chicade (INB 156);
- l'installation d'entreposage Cedra (INB 164);
- le magasin d'entreposage Magenta (INB 169);
- l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents – Agate (INB 171);
- le réacteur Jules Horowitz (RJH, INB 172) en construction.

Sur le centre de Cadarache, 10 installations sont définitivement arrêtées, 10 installations sont en fonctionnement et une installation est en construction. Le centre CEA de Cadarache assure l'exploitation de nombreuses installations, de nature variée et aux enjeux de sûreté divers. L'ASN a en outre engagé ou poursuivi l'instruction des dossiers d'orientation de réexamen périodique ou des rapports de réexamen, en cours pour 16 des 21 installations : Pégase-Cascad, Cabri, Rapsodie, STE, ATPu, ÉOLE, ATUe, MCMF, LPC, LECA-STAR, le parc d'entreposage, Phébus, Minerve, Chicade, Cedra et Magenta. Dans l'instruction de ces rapports, l'ASN est particulièrement attentive à la robustesse des plans d'action proposés et déployés. Elle veille à la mise en conformité des installations par rapport à la réglementation applicable et à l'efficacité de la maîtrise des risques et inconvénients.

Installation Pégase-Cascad – Centre du CEA

Le réacteur [Pégase](#) a été mis en service en 1964, puis exploité une dizaine d'années sur le site de Cadarache. Par [décret du 17 avril 1980](#), le CEA a été autorisé à réutiliser l'installation Pégase (INB 22) pour entreposer des substances radioactives, en particulier des éléments combustibles irradiés en piscine.

Cette installation, qui ne répond pas aux exigences de sûreté actuelles des installations d'entreposage, n'a plus reçu de substances radioactives à des fins d'entreposage depuis 2008 et a désentreposé une grande partie de son terme source¹⁾. Le dossier de démantèlement de l'installation, dont l'arrêt définitif est prévu pour fin 2023, a été déposé en 2019. Certaines opérations spécifiques de désentreposage seront soumises à autorisation de l'ASN.

Le CEA accuse en effet un retard significatif dans les opérations de désentreposage de Pégase, initialement prescrites dans la [décision n° CODEP-CLG-2017-006524 de l'ASN du 10 février 2017](#). Des difficultés techniques ont amené le CEA à demander une modification de ces prescriptions, pour fixer à 2035 le désentreposage total de Pégase. Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN.

L'installation [Cascad](#), autorisée par le [décret du 4 septembre 1989](#) modifiant l'installation Pégase et exploitée depuis 1990, est pérenne et dédiée à l'entreposage à sec, dans des puits, de combustible irradié.

En 2019, l'ASN porte une appréciation assez satisfaisante sur la sûreté nucléaire et la radioprotection des installations Pégase et Cascad. Toutefois, le CEA doit améliorer le suivi du plan d'action issu du dernier réexamen périodique de l'installation.

Réacteur de recherche Cabri – Centre du CEA

Le réacteur [Cabri](#) (INB 24), créé le 27 mai 1964, est destiné à la réalisation de programmes expérimentaux visant à une meilleure compréhension du comportement du combustible nucléaire en cas d'accident de réactivité. Le réacteur est équipé d'une boucle à eau sous pression depuis 2006, afin d'étudier le comportement du combustible à taux de combustion élevé en situations accidentelles d'augmentation de la réactivité dans un réacteur à eau sous pression. Depuis janvier 2018, le CEA mène un programme d'essais dénommé « CIP » (*Cabri International Program*), qui avait été engagé au début des années 2000 et a nécessité d'importants travaux de modification de l'installation et de mise à niveau en termes de sûreté.

L'année 2019 a été consacrée à la requalification décennale de la boucle à eau sous pression du réacteur, en vue du prochain cycle d'essais prévu en 2020.

L'ASN a engagé en 2019 l'instruction d'une demande de modification du décret d'autorisation de création de Cabri,

1. Le Terme source mobilisable (TSM) correspond à la quantité d'activité radioactive susceptibles d'être impliquée dans un incident ou un accident.



déposée par le CEA en vue de disposer de l'autorisation d'irradier des matériels électroniques dans le réacteur Cabri.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection du réacteur Cabri est satisfaisant.

Réacteur de recherche Rapsodie – Centre du CEA

Le réacteur [Rapsodie](#) (INB 25) est le premier réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium construit en France. Il a fonctionné de 1967 à 1978. Un défaut d'étanchéité de la cuve du réacteur a conduit à son arrêt définitif en 1983. Des opérations de démantèlement ont été entreprises par la suite, mais ont été, en partie, arrêtées consécutivement à un accident mortel survenu en 1994 lors du lavage d'un réservoir de sodium. Le cœur est actuellement déchargé, les combustibles ont été évacués de l'installation, les fluides et les composants radioactifs ont été éliminés et la cuve du réacteur est confinée. La piscine du réacteur a été vidée, partiellement assainie et démantelée et les déchets contenant du sodium évacués.

L'instruction du dossier de démantèlement de l'INB 25, transmis par l'exploitant fin 2014 et complété en 2016, est en cours. L'exploitant poursuit en parallèle les travaux d'assainissement et de préparation au démantèlement.

L'ASN estime que le niveau de sûreté de Rapsodie en 2019 est globalement satisfaisant, notamment concernant la gestion des déchets. Néanmoins, l'exploitant doit améliorer la surveillance de ses intervenants extérieurs, ainsi que le suivi des charges calorifiques présentes dans l'installation.

Station de traitement des déchets solides – Centre du CEA

L'INB 37 du CEA de Cadarache comportait historiquement la station de traitement des effluents (STE) et la station de traitement des déchets (STD), regroupées en une unique installation. Le CEA souhaitant pérenniser la STD et procéder à l'arrêt définitif de la STE, l'INB 37 a été séparée en deux [INB: 37-A \(STD\) et 37-B \(STE\)](#), par décisions [n° CODEP-DRC-2015-027232](#) et [n° CODEP-DRC-2015-027225](#) de l'ASN du 9 juillet 2015. Ces enregistrements ont été réalisés consécutivement à la définition des périmètres de ces deux INB par [arrêtés du 9 juin 2015](#).

La STD constitue à ce jour la seule INB civile du CEA autorisée à réaliser le conditionnement des déchets radioactifs MA-VL (moyenne activité à vie longue) avant leur entreposage dans l'installation [Cedra](#) (INB 164), dans l'attente d'une expédition vers une installation de stockage en couche géologique profonde. Cette situation particulière rend la STD incontournable dans la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets au CEA. Sa poursuite de fonctionnement nécessite des travaux de rénovation en vue de sa pérennisation, qui ont été prescrits en 2016, à l'issue de son deuxième réexamen périodique, par [décision n° CODEP-CLG-2016-015866 du président de l'ASN du 18 avril 2016](#). Dans l'attente, des mesures compensatoires,

portant notamment sur la limitation des quantités de substances radioactives dans l'installation et la protection contre l'incendie, sont appliquées.

À la suite d'un [événement de chute d'un colis de déchets](#) moyennement irradiants dans l'installation le 25 octobre 2017, déclaré à l'ASN seulement en juillet 2018 et qui avait donné lieu à une inspection, l'ASN a mis en demeure le CEA, par [décision n° CODEP-MRS-2019-011621 du 19 mars 2019](#), de se conformer aux dispositions des articles 2.4.1 et 2.5.1 à 2.5.3 de l'arrêté du 7 février 2012 respectivement en matière d'élaboration du retour d'expérience et d'identification des éléments et des activités importants pour la protection pour l'exploitation de l'INB 37-A. Elle a également prescrit au CEA, par [décision n° CODEP-MRS-2019-026031 du 23 juillet 2019](#), de lui présenter :

- un examen des conditions de reprise du colis détérioré bloqué en fonds de puits;
- l'assurance qu'aucun colis détérioré n'a pu être entreposé dans l'installation Cedra;
- un compte rendu régulier sur les processus de détection, d'examen, de traitement et, le cas échéant, de déclaration à l'ASN de tous les écarts à la sûreté de l'installation;
- une vérification de la conformité à la réglementation du recours à la sous-traitance dans l'INB 37-A;
- une analyse des causes profondes de la survenue de cet événement, notamment en matière de facteurs sociaux, organisationnels et humains;
- une analyse externe de son organisation concernant les processus d'information et de décision en lien avec la sûreté.

Le respect de ces prescriptions a fait l'objet d'une [inspection de l'ASN le 26 novembre 2019](#). L'ASN a conclu à la bonne prise en compte des exigences de la mise en demeure par le CEA, moyennant des compléments à apporter concernant l'élaboration du retour d'expérience en matière d'exploitation d'un système de préhension par ventouse, qui seront instruits en 2020.

Le plan d'action d'amélioration du CEA en matière de culture de sûreté et de rigueur d'exploitation apparaît globalement satisfaisant. Un engagement fort du CEA est attendu par l'ASN pour prendre en compte l'ensemble des prescriptions de ses décisions, ainsi que les actions d'amélioration issues de son plan d'action, afin d'améliorer le niveau de sûreté de l'INB 37-A et les processus organisationnels au CEA, à court terme et de manière durable, de manière à assurer la rigueur nécessaire à l'exploitation de ce type d'INB, qui est centrale dans la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA.

L'ASN a par ailleurs poursuivi l'instruction de la demande de modification de l'installation déposée par le CEA en vue d'améliorer la tenue de l'installation aux agressions externes. Cette instruction, en cours, a fait l'objet de plusieurs demandes de compléments de l'ASN, notamment pour s'assurer de la tenue au séisme de l'installation rénovée.



Station de traitement des effluents actifs

– Centre du CEA

La [STE](#) (INB 37-B) est à l'arrêt depuis le 1^{er} janvier 2014. Le CEA a sollicité une modification de prescription pour obtenir un report de l'échéance de remise du dossier de démantèlement de cette installation, compte tenu, notamment, de la complexité de l'installation et du temps nécessaire à la caractérisation des sols et des équipements avant que le démantèlement ne soit engagé. Cette demande de report est en cours d'instruction par l'ASN.

L'ASN estime que le niveau de sûreté de l'INB 37-B en 2019 est globalement satisfaisant. En matière de protection de l'environnement, les résultats de la caractérisation des sols effectuée dans le cadre de l'élaboration du dossier de démantèlement de l'installation et les données issues de la surveillance des rejets ont conduit l'exploitant à déclarer plusieurs événements significatifs à l'ASN en 2018 et 2019, relatifs à la présence de radionucléides artificiels dans les réseaux et dans les eaux pluviales issues de l'installation. Le traitement de ces contaminations et la gestion des eaux pluviales font l'objet d'un plan d'action du CEA, sur lequel l'ASN a émis des demandes de compléments.

Atelier de technologie du plutonium et Laboratoire de purification chimique

– Centre du CEA

L'[ATPu](#) (INB 32) assurait la production d'éléments combustibles à base de plutonium, destinés aux réacteurs à neutrons rapides ou expérimentaux à partir de 1967, puis, de 1987 à 1997, aux réacteurs à eau sous pression (REP) utilisant du combustible MOX. Les activités du [LPC](#) (INB 54) étaient associées à celles de l'ATPu : contrôles physico-chimiques et examens métallurgiques, traitement des effluents et déchets contaminés. Les deux installations ont été arrêtées en 2003 et sont en cours de démantèlement.

L'évacuation des déchets et matières des installations s'est poursuivie en 2019. Les opérations de démantèlement de l'atelier de cryotraitement des déchets du LPC, ainsi que certaines opérations de reconditionnement et d'évacuation de déchets historiques, ont notamment pris du retard.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection des installations en 2019 est globalement satisfaisant. Des améliorations restent attendues dans le suivi des contrôles et essais périodiques de l'installation.

Réacteur de recherche Masurca – Centre du CEA

Le réacteur [Masurca](#) (INB 39), dont la création a été autorisée par [décret du 14 décembre 1966](#), était destiné aux études neutroniques, principalement pour les cœurs de la filière des réacteurs à neutrons rapides, et au développement de techniques de mesures neutroniques. Le réacteur est à l'arrêt depuis 2007.

L'exploitant prépare le dossier de démantèlement de l'installation, qui devra être transmis avant fin décembre 2020, à la suite de la déclaration d'arrêt définitif de l'installation

le 31 décembre 2018. Des travaux de nature à préparer ce démantèlement sont en cours, tels que le désamiantage des locaux.

La situation du réacteur Masurca en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection en 2019 est globalement satisfaisante.

Réacteurs de recherche ÉOLE et Minerve

– Centre du CEA

Les réacteurs expérimentaux ÉOLE et Minerve sont des maquettes critiques, de très faible puissance (moins d'1 kW), qui permettaient la réalisation d'études neutroniques, en particulier pour l'évaluation de l'absorption des rayons gammas ou des neutrons par les matériaux.

Le réacteur [ÉOLE](#) (INB 42), dont la création a été autorisée par [décret du 23 juin 1965](#), était principalement destiné à l'étude neutronique des réseaux modérés, en particulier ceux des réacteurs à eau sous pression et à eau bouillante. Le réacteur [Minerve](#) (INB 95), dont le transfert du centre d'études de Fontenay-aux-Roses vers le centre d'études de Cadarache a été autorisé par [décret du 21 septembre 1977](#), est situé dans le même hall que le réacteur ÉOLE. Des activités d'enseignement et de recherche ont eu lieu sur ces maquettes jusqu'à leur arrêt définitif le 31 décembre 2017.

L'ASN a poursuivi en 2019 l'instruction des dossiers de démantèlement de ces réacteurs. Dans l'attente du démantèlement, des opérations de préparation au démantèlement, notamment d'évacuation de substances radioactives et dangereuses, ont eu lieu en 2019.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection des réacteurs ÉOLE et Minerve, en 2019, est globalement satisfaisant. Néanmoins, l'ASN a constaté une dérive calendaire de certaines opérations préparatoires au démantèlement, sur lesquelles l'exploitant s'était pourtant engagé. En outre, l'exploitant a déclaré en 2019 un [événement significatif relatif à la maîtrise de la criticité](#).

Ateliers de traitement de l'uranium enrichi

– Centre du CEA

De 1963 à 1995, les [ATUe](#) (INB 52) assuraient la conversion en oxyde fritté de l' UF_6 (hexafluorure d'uranium) en provenance des usines d'enrichissement et effectuaient le retraitement chimique des déchets de fabrication des éléments combustibles. Le démantèlement de cette installation a été autorisé par décret en [février 2006](#).

L'exploitant accuse des retards importants dans ces opérations de démantèlement, notamment en raison de la mauvaise évaluation de l'état radiologique de l'installation préalablement aux premières opérations de démantèlement. À ce titre, l'exploitant a sollicité une modification en 2010 de son décret, pour prendre en compte l'état radiologique réel de l'installation, qui a fait l'objet de plusieurs demandes de compléments. Un nouveau dossier devra être déposé pour apporter des précisions sur la caractérisation de l'état final visé et les étapes prévues pour valider l'assainissement poussé de



l'installation. Les seules activités de l'installation aujourd'hui autorisées sont des travaux d'assainissement des sols et des opérations de maintenance encadrés par des contrôles périodiques et réglementaires.

En 2019, le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection des ATUe est globalement satisfaisant.

Magasin central de matières fissiles

– Centre du CEA

Créé en 1968, le **MCMF** (INB 53) était un magasin d'entreposage d'uranium enrichi et de plutonium, jusqu'à sa mise à l'arrêt définitif et l'évacuation de l'ensemble de ses matières nucléaires le 31 décembre 2017. L'exploitant a déposé son dossier de démantèlement en novembre 2018, qui est en cours d'instruction par l'ASN. Les opérations préparatoires au démantèlement, notamment la mise en œuvre de caractérisations chimiques et radiologiques de l'installation, se sont poursuivies en 2019.

Laboratoire de haute activité LECA-STAR

– Centre du CEA

Le Laboratoire d'examen des combustibles actifs (**LECA** – INB 55) et la Station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement (**STAR**), extension du LECA, constituent des outils d'expertise du CEA pour l'analyse des combustibles irradiés. Mis en service en 1964, le LECA permet au CEA de réaliser des examens destructifs et non destructifs sur des combustibles irradiés de la filière électronucléaire, de recherche et de la propulsion navale. L'installation étant ancienne, elle a été partiellement renforcée au début des années 2010 pour assurer sa tenue au séisme.

Mise en service en 1999, l'installation STAR est une extension du laboratoire LECA, conçue pour la stabilisation et le reconditionnement des combustibles irradiés.

Le CEA a transmis à l'ASN les rapports de réexamen du LECA en juin 2014 et de STAR en février 2018. Concernant l'installation LECA, l'ASN a soumis un projet de décision de poursuite de fonctionnement à la consultation du public et de l'exploitant fin 2019, qui conditionne la poursuite de fonctionnement à la réalisation de travaux pour l'amélioration de la maîtrise des risques liés au séisme, à l'incendie, à la foudre et à l'inondation, tout en limitant le terme source mobilisable de l'installation en situation accidentelle.

Par ailleurs, la tenue du LECA à un niveau de séisme dit «séisme majoré de sécurité» n'étant aujourd'hui pas acquise, le CEA a proposé à l'ASN en 2019, une stratégie pour pérenniser cette installation. Cette stratégie est en cours d'instruction par l'ASN.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'INB 55 est globalement satisfaisant en 2019. Néanmoins, l'ASN reste vigilante sur la bonne prise en compte des facteurs sociaux, organisationnels et humains dans l'exploitation de l'installation.

Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides – Centre du CEA

L'**INB 56**, déclarée en janvier 1968 pour le stockage de déchets, assure l'entreposage de déchets solides radioactifs historiques du centre de Cadarache. Elle comprend 3 piscines, 6 fosses, 5 tranchées et des hangars, qui contiennent notamment des déchets MA-VL provenant du fonctionnement ou du démantèlement d'installations du CEA.

Des travaux importants de reprise et conditionnement de déchets anciens se sont poursuivis en 2019, avec notamment la finalisation des opérations de reprise des déchets dits «faiblement irradiants» (FI) des alvéoles de la fosse F3 et la mesure des fûts non bloqués du hangar H4. L'ASN a par ailleurs poursuivi l'instruction du dossier de démantèlement de l'installation, déposé en 2018, et demandé des compléments substantiels au CEA.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'INB 56 a nettement progressé ces dernières années, et a atteint un niveau satisfaisant. En matière de protection de l'environnement, compte tenu de l'historique de l'exploitation et du marquage radiologique de certaines zones de l'installation, l'ASN a demandé au CEA un plan d'action pour assurer le respect de modalités de gestion des eaux pluviales, afin de prévenir toute pollution externe issue de l'installation. Des démarches ont été amorcées en 2019 par le CEA afin d'améliorer son système de gestion des eaux pluviales mais des compléments sont encore attendus.

Par ailleurs, l'INB 56 fait partie des priorités identifiées par le CEA dans sa nouvelle stratégie de démantèlement et de gestion des déchets (voir chapitre 13). L'ASN veillera donc à l'avancement des actions visant à réduire autant que possible les risques et inconvénients que l'installation présente pour l'environnement.

Réacteur de recherche Phébus – Centre du CEA

Le réacteur **Phébus** (INB 92) est un réacteur expérimental de type piscine, d'une puissance de 38 MWth, qui a fonctionné de 1978 à 2007. Ce réacteur était destiné à l'étude des accidents graves des réacteurs de la filière à eau légère, ainsi qu'à la définition de procédures opératoires visant à éviter la fusion du cœur ou à en limiter les conséquences.

L'exploitant a transmis à l'ASN en février 2018 son dossier de démantèlement, qui est en cours d'instruction, conjointement avec son rapport de réexamen, déposé en 2017. L'évacuation des combustibles irradiés du réacteur, qui consistait l'un des objectifs prioritaires des opérations de préparation au démantèlement, a été achevée en janvier 2019.

L'ASN dresse un bilan globalement satisfaisant de la sûreté nucléaire et de la radioprotection de l'installation Phébus pour l'année 2019. Elle note une amélioration de la surveillance des intervenants extérieurs.



Laboratoire d'études de fabrications expérimentales de combustibles nucléaires avancés – Centre du CEA

Le [Lefca](#) (INB 123), mis en service en 1983, était un laboratoire chargé de la réalisation d'études sur le plutonium, l'uranium, les actinides et leurs composés, qui effectuait des études visant à la compréhension du comportement de ces matériaux en réacteur et dans les différentes étapes du cycle du combustible. En 2018, le Lefca a finalisé le transfert, vers les laboratoires d'[Atalante](#) (INB 148) de Marcoule, d'une partie de ses matériels de recherche et développement pour préparer l'arrêt de ses activités.

Le CEA a transmis la déclaration d'arrêt définitif de l'installation en avril 2019 et le dépôt de son dossier de démantèlement est prévu en 2021.

Les travaux de rénovation électrique prévus dans le cadre du dernier réexamen de sûreté de l'installation, à la suite duquel des prescriptions techniques ont été édictées par l'ASN dans la [décision n° CODEP-CLG-2018-034301 du 5 juillet 2018](#) encadrant la poursuite de fonctionnement de l'installation, ont été réalisés en 2019.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est assez satisfaisant. La surveillance des intervenants extérieurs, ainsi que la maîtrise du risque d'incendie doivent progresser.

Laboratoire Chicade – Centre du CEA

L'installation [Chicade](#) (INB 156) réalise, depuis 1993, des travaux de recherche et développement sur des objets et déchets de faible et moyenne activité, principalement :

- la caractérisation, destructive ou non destructive, d'objets radioactifs, de colis d'échantillons de déchets et d'objets irradiants ;
- le développement et la qualification de systèmes de mesures nucléaires ;
- le développement de méthodes d'analyses chimiques et radiochimiques, ainsi que leur mise en œuvre ;
- l'expertise et le contrôle de colis de déchets conditionnés par les producteurs de déchets.

L'ASN estime que le niveau de Chicade en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection est globalement satisfaisant. Concernant la protection de l'environnement, le CEA s'est engagé à revoir l'étude d'impact de son installation pour prendre en compte des rejets gazeux de tritium non prévus dans son référentiel et à transmettre une demande de modification du décret de création de l'installation, à l'issue de l'instruction du dossier du réexamen de l'installation, en cours.

Installation d'entreposage Cedra – Centre du CEA

L'installation [Cedra](#) (INB 164) assure, depuis 2006, l'entreposage des colis de déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) dans l'attente de l'ouverture de filières de stockage appropriées. Le CEA anticipe une saturation

de cette installation d'entreposage à l'horizon 2027. Les études concernant un projet de doublement de la capacité d'entreposage devraient débuter en 2020.

Le CEA a transmis à l'ASN le rapport de réexamen de l'installation en novembre 2017, qui est en cours d'instruction par l'ASN. Des compléments ont été demandés à l'exploitant concernant l'examen de conformité du référentiel de l'installation et les agressions externes.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de Cedra est globalement satisfaisant. L'ASN reste tout particulièrement attentive au respect des prescriptions de la [décision n° CODEP-MRS-2019-026031 du 23 juillet 2019](#) relatives aux contrôles à l'entrée et à l'examen des colis provenant de l'INB 37-A entreposés dans l'installation.

Magasin d'entreposage Magenta – Centre du CEA

L'installation [Magenta](#) (INB 169), qui remplace le MCMF, en démantèlement, est dédiée, depuis 2011, à l'entreposage de matières fissiles non irradiées, ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées.

En 2019, l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service des boîtes à gants, transmise en 2018, a conduit à une décision de refus compte tenu d'insuffisances dans le dossier support, notamment concernant la prévention des risques de criticité et l'exhaustivité de la liste d'éléments importants pour la maîtrise du risque d'incendie dans ces boîtes à gants.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est assez satisfaisant. Le CEA devra néanmoins progresser dans la rigueur d'exploitation, notamment sur le respect des exigences de radioprotection, et sur le suivi formel des modifications. Au regard des évolutions de personnel, le maintien des compétences devra faire l'objet d'une attention particulière.

Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents – Centre du CEA

L'installation [Agate](#) (INB 171), mise en service en 2014 en remplacement de l'INB 37-B aujourd'hui à l'arrêt, a pour fonction de concentrer par évaporation des effluents liquides aqueux radioactifs contenant majoritairement des radionucléides émetteurs bêta et gamma.

Les opérations réglementaires de requalification périodique décennales de l'évaporateur, qui est un équipement sous pression nucléaire, ont abouti en début d'année 2019, après des difficultés rencontrées par l'exploitant en 2018 concernant la découverte fortuite de dépôts sur les parois internes de la cuve. Les campagnes d'évaporation ont repris en septembre 2019.

L'ASN considère que la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement sont assurées à un niveau globalement satisfaisant dans l'installation Agate.



Projet de réacteur Jules Horowitz

– Centre du CEA

Le [réacteur Jules Horowitz](#) – RJH (INB 172), en cours de construction depuis 2009, est un réacteur de recherche à eau sous pression dont l'objectif est d'étudier le comportement des matériaux sous irradiation et des combustibles des réacteurs de puissance. Il permettra également de produire des radionucléides artificiels destinés à la médecine nucléaire. Sa puissance est limitée à 100 MWth (megawatts thermiques).

L'année 2019, qui a vu se poursuivre les travaux de construction de l'installation, a été marquée par la fin de l'installation du cuvelage de la piscine réacteur et le début du montage des

éléments du bloc-pile, qui s'étalera jusqu'en 2021. En outre, les trois échangeurs primaires/secondaires ont été introduits dans les casemates dédiées du bâtiment réacteur en deuxième partie de l'année 2019. Le cuvelage des piscines et canaux du bâtiment des annexes nucléaires est en cours d'installation. La fabrication de gros équipements hors site, dont fait partie le réflecteur, est toujours en cours.

L'ASN considère que les exigences de sûreté nucléaires sont correctement prises en compte dans la construction de l'installation et que le chantier de construction est géré de manière satisfaisante par le CEA. La gestion des écarts est notamment réalisée avec rigueur et efficacité.

Appréciation du centre CEA de Cadarache

En 2019, l'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire du centre CEA de Cadarache est globalement satisfaisant. Elle relève cependant des disparités persistantes entre les installations du centre.

L'ASN considère que l'exploitation des INB est réalisée de manière globalement satisfaisante, en particulier la maîtrise de l'état des matériels, le respect du référentiel d'exploitation et, de manière plus globale, les dispositions prises par la direction du centre en matière de radioprotection. Des améliorations sont toutefois attendues concernant la gestion des déchets et la maîtrise des risques liés à l'incendie.

Le management de la sûreté nucléaire est globalement satisfaisant, mais, comme en 2018, l'ASN considère que le partage du retour d'expérience et des bonnes pratiques entre installations, ainsi que la gestion des écarts, doivent être améliorés. En outre, malgré une amélioration notée en 2019, la surveillance des prestataires et sous-traitants par l'exploitant apparaît contrastée, les activités réalisées au titre des contrats pris au niveau du centre devant être suivies avec la même rigueur que celles réalisées au titre des contrats pris au niveau des INB.

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour la réalisation des réexamens périodiques des installations est globalement satisfaisante. L'appropriation des résultats d'études ou les moyens humains accordés à leur réalisation apparaissent néanmoins hétérogènes d'une INB à l'autre. L'ASN sera attentive à la déclinaison des plans d'action de réexamen des INB, notamment en matière de réalisation des travaux identifiés dans les réexamens.

L'ASN considère que le CEA assure les transports de substances radioactives internes au centre de Cadarache de manière satisfaisante. Des améliorations ont été apportées au référentiel du centre en matière d'organisation et de support aux INB, notamment en ce qui concerne la maintenance des emballages et véhicules.

En matière de gestion des situations d'urgence, le CEA a engagé un plan d'action pour répondre aux exigences de la [décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 13 juin 2017](#).

Les principales améliorations réalisées, ou en cours,

concernent les conventions de gestion de crise signées avec les organismes extérieurs, les exercices de crise, la formation et l'entraînement du personnel impliqué dans la gestion de crise et l'exploitation du retour d'expérience.

Concernant le retour d'expérience à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a autorisé en 2019, au vu des mesures compensatoires mises en place par le CEA, le report à octobre 2023 de la construction des locaux de gestion de situations d'urgence robustes aux aléas extrêmes, compte tenu des difficultés de gestion de projet par le CEA.

[L'ASN et l'ASND ont pris position sur la stratégie du CEA](#) concernant le démantèlement et la gestion des déchets. Cette stratégie induit des évolutions des projets de rénovation d'installations et de construction d'installations neuves pour le centre CEA de Cadarache, au profit de certains chantiers de démantèlement prioritaires. L'ASN reste toutefois attentive à ce que le CEA maintienne au bon niveau l'exploitation des installations en fonctionnement, tout en assurant l'avancement des projets prioritaires de démantèlement et de reprise et conditionnement de déchets historiques.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que la situation du centre du CEA est satisfaisante.

Enfin, l'ASN constate que le niveau de protection de l'environnement est assez satisfaisant. En matière de gestion des rejets, l'exploitant a proposé un plan d'action d'amélioration de la gestion des eaux pluviales dans certaines INB anciennes (notamment les INB 37-B et 56) pour se conformer aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012 et de la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#), que l'ASN a demandé de compléter. Concernant la surveillance de l'environnement, des améliorations sont attendues sur la représentativité des échantillons de mesure et la prise en compte des incertitudes métrologiques dans l'exploitation des données. Par ailleurs, le laboratoire effectuant les analyses des prélèvements pour les paramètres non radiologiques devra être conforme à la [norme 17025](#) pour pouvoir continuer son activité.



Des retards dans la construction et une revue externe de son projet ont amené le CEA à formuler une demande de report du délai de mise en service de 9 ans par rapport à l'échéance initiale d'octobre 2019, qui a été autorisé par [décret du 10 octobre 2019](#), après avis favorable de l'ASN, considérant notamment que les éléments essentiels pour la protection des personnes et de

l'environnement n'étaient pas modifiés et que le CEA mettait en œuvre une démarche permettant de s'assurer de la bonne conservation des équipements déjà installés ou en attente de montage sur site. L'ASN sera attentive à la mise en œuvre par le CEA de dispositions pour assurer le maintien de ses compétences techniques pour l'exploitation du réacteur.

ITER

L'installation [ITER](#) (INB 174), en cours de construction depuis 2010 sur le site de Cadarache et attenante aux installations du CEA, sera un réacteur expérimental de fusion, dont l'objectif est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de l'énergie de fusion thermonucléaire obtenue par confinement magnétique d'un plasma de deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (puissance de 500 MW développée pendant 400 secondes). Ce projet international bénéficie du soutien financier de la Chine, de la Corée du Sud, des États-Unis, de l'Inde, du Japon, de la Russie et de l'Union européenne, qui fournissent en nature certains équipements du projet.

Les inspections de l'Organisation ITER – exploitant nucléaire de l'installation – menées par l'ASN, qui se sont déroulées sur le site de Cadarache et en Corée du Sud sur le site de fabrication

de certains secteurs de la chambre à vide, concluent à une prise en compte globalement satisfaisante des exigences de sûreté par l'ensemble de la chaîne d'intervenants extérieurs, dès la conception de l'installation.

L'ASN maintient son attention sur la qualité de réalisation de ce projet complexe et attend une plus grande rigueur pour l'évaluation des enjeux de radioprotection. En effet, à la suite de la découverte par l'ASN, en décembre 2018, du non-respect d'une exigence définie concernant l'épaisseur minimale d'une paroi en béton, des échanges techniques ont eu lieu entre l'ASN et l'exploitant concernant l'évaluation des cartographies radiologiques dans l'installation. L'ASN considère que l'exploitant n'a pas, à ce stade, apporté d'éléments de nature à attester de sa pleine maîtrise de la radioprotection dans l'installation, alors que la construction des bâtiments est bien avancée.

Ionisateur Gammaster

La société Stéris exploite depuis 2008 un irradiateur industriel, dénommé [Gammaster](#), situé sur le territoire de la commune de Marseille. Cette installation assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les aseptiser, de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et renferme des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de Gammaster reste satisfaisant en 2019. L'exploitant doit néanmoins progresser dans le domaine de la gestion des

situations d'urgence, aussi bien en matière de sûreté que de sécurité des sources.

L'instruction du rapport de réexamen de l'installation s'est poursuivie et a abouti, en 2019, à la publication de la [décision n° CODEP-MRS-2019-048140 du président de l'ASN du 5 décembre 2019](#) encadrant la poursuite du fonctionnement de l'installation. En parallèle, l'ASN a également fixé des prescriptions relatives aux limites et aux modalités de gestion des effluents, de consommation d'eau et de surveillance de l'environnement de l'installation par décisions [n° CODEP-MRS-2019-048718](#) et [n° CODEP-MRS-2019-048719](#) du président de l'ASN du 11 décembre 2019.

01.



LES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES: RAYONNEMENTS IONISANTS ET RISQUES POUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT

1 L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants 98

1.1 Les effets biologiques et les effets sanitaires

1.2 L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants

1.3 Les incertitudes scientifiques et la vigilance

1.3.1 La radiosensibilité

1.3.2 Les effets des faibles doses

1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

2 Les différentes sources de rayonnements ionisants 102

2.1 Les rayonnements d'origine naturelle

2.1.1 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

2.1.2 Le radon

2.1.3 Les rayonnements cosmiques

2.2 Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines

2.2.1 Les installations nucléaires de base

2.2.2 Le transport de substances radioactives

2.2.3 Les activités nucléaires de proximité

2.2.4 La gestion des déchets radioactifs

2.2.5 La gestion des sites contaminés

2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

3 La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants 105

3.1 Les doses reçues par les travailleurs

3.1.1 La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires

3.1.2 L'exposition des travailleurs aux rayonnements naturels renforcés et au radon d'origine géologique

3.1.3 L'exposition des personnels navigants aux rayonnements cosmiques

3.2 Les doses reçues par la population

3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires

3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels

3.3 Les doses reçues par les patients

3.4 L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)

Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement

Les [rayonnements ionisants](#) peuvent être d'origine naturelle ou provenir d'activités nucléaires d'origine humaine. Les expositions de la population aux rayonnements ionisants d'origine naturelle résultent de la présence de radionucléides d'origine terrestre dans l'environnement, de l'émanation de [radon](#) en provenance du sous-sol et de l'exposition aux [rayonnements cosmiques](#).

Les activités nucléaires sont définies par le code de la santé publique (CSP) comme *« les activités comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants lié à la mise en œuvre soit d'une source artificielle, qu'il s'agisse de substances ou de dispositifs, soit d'une source naturelle, qu'il s'agisse de substances radioactives naturelles ou de matériaux contenant*

des radionucléides naturels... ». Ces activités nucléaires incluent celles qui sont menées dans les installations nucléaires de base (INB) et dans le cadre du transport des substances radioactives, ainsi que dans les domaines médical, vétérinaire, industriel et de recherche.

Les différents principes auxquels doivent répondre les activités nucléaires, notamment les principes de [sûreté nucléaire](#) et de [radioprotection](#), sont présentés au chapitre 2.

Au-delà des effets des rayonnements ionisants, les INB sont, comme toute installation industrielle, à l'origine de risques et de nuisances non radiologiques tels que les rejets de substances chimiques dans l'environnement ou l'émission de bruit.

1. L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants

Les rayonnements ionisants sont définis comme étant capables de produire directement ou indirectement des ions lors de leur passage à travers la matière. Parmi eux, on distingue les rayons X, les rayonnements gamma, alpha et bêta, ainsi que les rayonnements neutroniques, chacun d'entre eux étant caractérisé par des énergies et des pouvoirs de pénétration différents.

1.1 Les effets biologiques et les effets sanitaires

Qu'ils soient le fait de particules chargées, par exemple un électron (rayonnement bêta) ou un noyau d'hélium (rayonnement alpha), ou de photons (rayons X ou rayons gamma), les rayonnements ionisants interagissent avec les molécules constitutives des cellules de la matière vivante et les transforment chimiquement. Parmi les lésions ainsi créées, les plus importantes concernent l'ADN des cellules ; elles ne sont pas fondamentalement différentes de celles provoquées par certaines substances chimiques toxiques, exogènes (extérieures à l'organisme) ou endogènes (résultant du métabolisme cellulaire).

Lorsqu'elles ne sont pas réparées par les cellules elles-mêmes, ces lésions peuvent conduire soit à la mort cellulaire soit à l'apparition d'effets biologiques néfastes, dès lors que le tissu ne peut plus assurer ses fonctions.

Ces effets, appelés *« effets déterministes »*, sont connus de longue date puisque les premiers effets ont été observés assez tôt après la découverte des rayons X par W. Röntgen (début des années 1900). Ils dépendent de la nature du tissu exposé et apparaissent de façon certaine dès que la quantité de rayonnements absorbée dépasse un certain niveau de dose. Parmi ces effets, citons par exemple l'érythème, la radiodermite, la radionécrose et la cataracte.

Les effets sont d'autant plus graves que la dose de rayonnements reçue par le tissu est elle-même importante.

Les cellules peuvent aussi réparer, mais de façon imparfaite ou erronée, les lésions ainsi provoquées. Parmi les lésions qui subsistent, celles de l'ADN revêtent un caractère particulier, car des anomalies résiduelles au niveau des chromosomes peuvent être transmises par divisions cellulaires successives à de nouvelles cellules. Une seule mutation génétique est loin d'être suffisante pour la transformation en cellule cancéreuse, mais cette lésion due aux rayonnements ionisants peut constituer une première étape vers la cancérisation qui apparaît après un laps de temps variable (5 à 20 ans après l'exposition).

La suspicion d'un lien de causalité entre une exposition aux rayonnements ionisants et la survenue d'un cancer remonte à 1902 (observation d'un cancer de la peau sur une radiodermite).

Par la suite, plusieurs types de cancer ont été observés en milieu professionnel, dont certains types de leucémie, des cancers bronchopulmonaires (par inhalation de radon) et des ostéosarcomes de la mâchoire. Hors du domaine professionnel, le suivi pendant plus de 60 ans d'une cohorte¹⁾ d'environ 85 000 personnes irradiées à Hiroshima et Nagasaki (Japon) a permis de faire régulièrement le point sur la morbidité et la mortalité par cancer après exposition aux rayonnements ionisants, et de décrire les relations dose-effets, à la base de la réglementation actuelle. D'autres travaux épidémiologiques ont permis de mettre en évidence, chez les patients traités par radiothérapie, une augmentation statistiquement significative des cancers (effets secondaires) imputables aux rayonnements ionisants. Citons également l'[accident de Tchernobyl](#) (Ukraine) qui, du fait de l'iode radioactif rejeté, a provoqué dans les régions proches du lieu de l'accident un excès

1. Cohorte : groupe d'individus considérés ensemble et participant à une étude statistique des circonstances d'apparition des maladies.

de cancers de la thyroïde chez des sujets jeunes exposés pendant leur enfance. Les conséquences sanitaires de l'[accident de Fukushima](#) (Japon) pour les populations avoisinantes ne sont pas encore suffisamment connues et analysées pour en tirer les enseignements au plan épidémiologique.

Le risque de cancer radio-induit apparaît pour différents niveaux d'exposition et n'est pas lié à un dépassement de seuil. Il se manifeste par un accroissement de la probabilité de cancer pour une population d'âge et de sexe donnés. On parle alors d'effets probabilistes, stochastiques (produits par l'effet du hasard) ou aléatoires.

Établis au plan international, les objectifs de santé publique de la radioprotection visent à éviter l'apparition des effets déterministes et à réduire la probabilité d'apparition de cancers liés à une exposition aux rayonnements ionisants, aussi appelés cancers radio-induits; l'ensemble des résultats des études semble indiquer que les cancers radio-induits constituent le risque sanitaire prépondérant lié à l'exposition aux rayonnements ionisants.

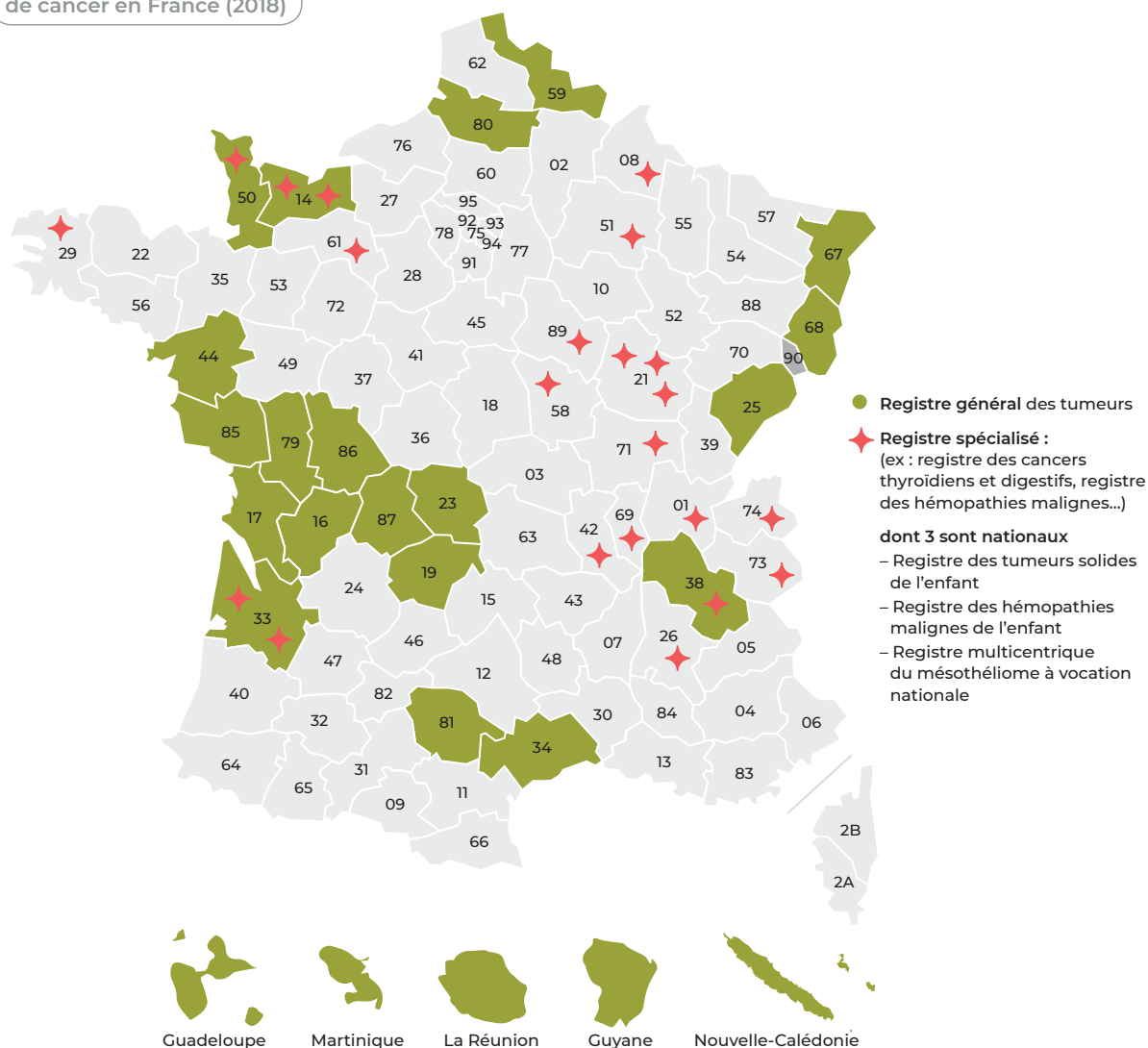
1.2 L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants

En France, la surveillance de l'épidémiologie des cancers est fondée sur des registres de maladies, sur la surveillance des causes

de décès et, plus récemment, s'appuie également sur l'exploitation des données du programme médicalisé des systèmes d'information des établissements de santé (PMSI) et sur les déclarations d'affection de longue durée (ALD). Les registres sont des structures qui réalisent « *un recueil continu et exhaustif de données nominatives intéressant un ou plusieurs événements de santé dans une population géographiquement définie, à des fins de recherche et de santé publique, par une équipe ayant les compétences appropriées* ». On dénombre actuellement 32 [registres de cancer en France](#). Certains dits « généraux » s'intéressent à tous les types de cancer, leur périmètre est départemental ou interdépartemental; d'autres, dits « spécialisés », se focalisent sur un cancer particulier. Leur portée est un périmètre géographique variable (agglomération, département, région, voire national). Les trois registres nationaux concernent l'un le mésothéliome de la plèvre dans le cadre d'exposition principalement aux fibres d'amiante, les deux autres couvrent l'ensemble des pathologies cancéreuses de l'enfant et de l'adolescent jusqu'à 18 ans (source : INCa).

Dans une zone couverte par un registre, l'objectif est de mettre en évidence des différences de répartition spatiale, de dégager des évolutions temporelles en termes d'augmentation ou de diminution du taux d'incidence des différentes localisations cancéreuses, ou encore de repérer un agrégat de cas.

Les différents registres de cancer en France (2018)



En fonction de la qualité de leur base de données populationnelle et de leur ancienneté, certains registres participent à de nombreuses études explorant les facteurs de risque des cancers (dont les risques environnementaux). Cependant, les registres ne couvrent pas nécessairement les régions proches des installations nucléaires.

L'investigation épidémiologique est une tâche complémentaire de la surveillance. Elle a pour vocation de mettre en évidence une association entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie, entre une cause possible et un effet, ou tout au moins de permettre d'affirmer que l'existence d'une telle relation causale présente une très forte probabilité. La difficulté intrinsèque à mener ces études est à rappeler, de même que la difficulté à conclure de façon convaincante lorsque le délai d'apparition de la maladie est long ou encore lorsque le nombre de cas attendus est faible, ce qui est notamment constaté pour des expositions faibles de quelques dizaines de millisieverts (mSv).

Les cohortes comme celle de Hiroshima et de Nagasaki ont clairement mis en évidence un excès de cancers, alors que l'exposition moyenne est de l'ordre de 200 mSv ; des études sur des travailleurs de l'industrie nucléaire, publiées durant ces dernières années, suggèrent des risques de cancer à des doses plus faibles (doses cumulées sur plusieurs années).

Ces résultats soutiennent la justification d'une protection radiologique des populations exposées aux faibles doses de rayonnements ionisants (travailleurs de l'industrie nucléaire, personnels médicaux, exposition médicale à finalité diagnostique...).

En l'absence de données sur l'impact des faibles doses sur l'apparition d'un cancer, des estimations sont fournies en extrapolant de façon linéaire, sans seuil, les effets observés décrits aux fortes doses. Ces modélisations donnent des estimations des risques encourus lors d'une exposition aux faibles doses de rayonnements ionisants qui restent cependant controversées au niveau

scientifique. Des études sur de très larges populations sont actuellement en cours pour étoffer ces modélisations.

Sur la base des synthèses scientifiques du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants ([UNSCEAR](#), *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*), la Commission internationale de protection radiologique ([CIPR](#)) a publié les coefficients de risque de décès par cancer dus aux rayonnements ionisants, soit 4,1 % d'excès de risque par sievert (Sv) pour les travailleurs et 5,5 % par sievert pour la population générale (voir [publication CIPR 103](#)).

L'évaluation du risque de cancer du poumon dû au radon⁽²⁾ repose sur un grand nombre d'études épidémiologiques, réalisées directement dans l'habitat, en France et à l'échelle internationale. Elles ont permis de décrire une relation linéaire, même pour une exposition faible (200 becquerels par mètre cube (Bq/m³)) sur une durée de 20 à 30 ans. L'Organisation mondiale de la santé ([OMS](#)) en a fait une synthèse et recommande, pour le public, un niveau d'exposition annuelle maximale situé entre 100 et 300 Bq/m³. La [publication 115](#) de la CIPR a comparé les risques de cancer du poumon observés dans le cadre des études sur les mineurs d'uranium avec ceux observés en population générale et a conclu à une très bonne concordance des risques observés dans ces deux conditions d'exposition au radon. Les recommandations de la CIPR confortent celles émises par l'OMS, qui considère que le radon constitue, loin après le tabac, le facteur le plus important de risque de cancer du poumon. Par ailleurs, pour des expositions au radon égales, le risque de cancer du poumon est beaucoup plus élevé chez les fumeurs : trois quarts des décès par cancer du poumon attribuables au radon surviendraient chez des fumeurs.

En France métropolitaine, environ 12 millions de personnes, réparties dans près de 7 000 communes, sont potentiellement exposées à des concentrations élevées en radon. Selon l'[Agence nationale de santé publique](#) (2018), le nombre de nouveaux cas de cancers du poumon attribuables au radon en

Les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

La CIPR, qui a émis de nouvelles recommandations pour le calcul des doses efficaces et équivalentes ([publication 103](#)) en 2007, actualise progressivement les valeurs des coefficients de dose efficace pour l'exposition interne et externe. Sa [publication 137](#) (2017), intitulée « *Incorporation de radionucléides en milieu du travail – Partie 3* », porte sur 14 radioéléments, dont le radon.

Les doses délivrées par le radon et ses descendants dépendent de nombreux paramètres (variabilité des situations d'exposition, des individus, etc.).

Les précédents coefficients de dose pour l'exposition au radon et à ses descendants, recommandés par la CIPR ([publication 65](#) – 1993), reposaient sur une approche épidémiologique. La [publication 115](#) de la CIPR (2010) a permis une mise à jour du risque de cancer du poumon lié à l'exposition au radon sur la base de nouvelles études épidémiologiques. La CIPR avait conclu que le risque de décès par cancer du poumon chez les adultes ayant été exposés de façon chronique à de faibles concentrations de radon était près de deux fois plus élevé que celui estimé sur la base des connaissances disponibles en 1993.

Les coefficients de dose pour le radon issus de la [publication 137](#) de la CIPR (2017) reposent sur une approche dosimétrique, comme pour les autres radionucléides. Ils conduisent, à exposition égale au radon et à ses descendants, à augmenter de façon significative la dose efficace annuelle reçue par les travailleurs exposés au radon (près de deux fois plus élevée).

Compte tenu de ces évolutions et dans l'attente d'une mise à jour de la réglementation⁽¹⁾ pour actualiser les coefficients de dose à mettre en œuvre pour le radon et ses descendants, l'ASN a saisi le Groupe permanent d'experts en radioprotection, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement ([GPRADE](#)) afin d'identifier les difficultés que pourrait soulever l'application des nouveaux coefficients de la CIPR ([publication 137](#) - 2017). Le rapport du GPRADE est attendu en 2020.

** Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.*

2. Le radon est un gaz radioactif naturel, descendant de l'uranium et du thorium, émetteur de particules alpha et classé cancérigène pulmonaire certain par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) depuis 1987.

France métropolitaine est estimé à environ 4 000 par an, loin derrière celui dû au tabac (près de 69 000). À l'initiative de l'ASN, un [plan national d'action pour la gestion des risques liés au radon](#) a été mis en place depuis 2004, il est périodiquement réactualisé (voir point 3.2.2).

1.3 Les incertitudes scientifiques et la vigilance

Les actions menées dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour prévenir les accidents et limiter les nuisances ont permis de réduire les risques sans toutefois les supprimer, qu'il s'agisse, par exemple, des doses reçues par les travailleurs ou de celles associées aux rejets des INB. De nombreuses incertitudes subsistent ; elles conduisent l'ASN à rester attentive aux résultats des travaux scientifiques en cours, en radiobiologie et en radiopathologie par exemple, avec des retombées possibles en radioprotection, notamment en ce qui concerne la gestion des risques liés aux faibles doses.

On peut citer, en particulier, plusieurs zones d'incertitudes concernant la radiosensibilité, les effets des faibles doses en fonction de l'âge, l'existence de signatures (mutations spécifiques de l'ADN) qui pourraient être observées dans des cancers radio-induits et certaines maladies non cancéreuses observées dans les suites de radiothérapie.

1.3.1 La radiosensibilité

Les effets des rayonnements ionisants sur la santé varient d'un individu à l'autre. On sait, par exemple, depuis que cela a été énoncé pour la première fois par Bergonié et Tribondeau en 1906, qu'une même dose n'a pas le même effet selon qu'elle est reçue par un enfant en période de croissance ou par un adulte.

Par ailleurs, la variabilité de la radiosensibilité individuelle aux fortes doses de rayonnements ionisants a été bien documentée par les radiothérapeutes et les radiobiologistes. Des niveaux de radiosensibilité élevés ont été constatés dans le cas de sujets souffrant de maladies génétiques de la réparation de l'ADN et de la signalisation cellulaire, ils peuvent chez ces personnes conduire à des « brûlures radiologiques ».

Aux faibles doses, il existe une radiosensibilité cellulaire et individuelle qui pourrait concerner environ 5 à 10 % de la population. Grâce à l'abaissement des seuils de détection, les méthodes récentes d'immunofluorescence de cibles moléculaires de la signalisation et de la réparation des lésions de l'ADN permettent de mieux documenter les effets des rayonnements ionisants aux faibles doses. Les effets biochimiques et moléculaires d'une simple radiographie deviennent visibles et mesurables. Les recherches effectuées avec ces nouvelles méthodes d'investigation apportent des résultats qui doivent encore être validés en clinique avant d'être intégrés dans les pratiques médicales.

Les progrès de la recherche et la validation des résultats en clinique devraient permettre de définir rapidement les conditions optimales de surveillance de la radiosensibilité individuelle chez les patients.

Dans le cadre des travaux du groupe de recherche européen sur les faibles doses ([MELODI](#), *Multidisciplinary European Low Dose Initiative*) deux documents de revue ont été publiés en 2019. Ils traitent respectivement des aspects cliniques et épidémiologiques de la réponse individuelle aux rayonnements ionisants et des tests de dépistage disponibles et de leur robustesse.



Salle de radiographie du dispensaire Léon Bourgeois (Paris) en 1916

Le groupe de travail ([TG111](#)) de la CIPR dédié à ce sujet élabore par ailleurs, sur la base des connaissances acquises, des recommandations de radioprotection qu'il prévoit de publier en 2020.

La réponse individuelle aux rayonnements ionisants s'impose ainsi progressivement comme un sujet important de recherche et d'application en radiobiologie et en radioprotection, tout en suscitant des questions éthiques et sociétales.

1.3.2 Les effets des faibles doses

• La relation linéaire sans seuil

L'hypothèse de cette relation, retenue pour modéliser l'effet des faibles doses sur la santé (voir point 1.2), aussi commode soit-elle sur un plan réglementaire, aussi prudente soit-elle sur un plan sanitaire, n'a pas toute l'assise voulue sur un plan scientifique. Certains estiment que les effets des faibles doses pourraient être supérieurs, d'autres pensent que ces doses pourraient n'avoir aucun effet en deçà d'un certain seuil ; certains affirment même que des faibles doses ont un effet bénéfique. La recherche en biologie moléculaire et cellulaire progresse, les études épidémiologiques menées sur des cohortes importantes aussi. Mais, face à la complexité des phénomènes de réparation et de mutation de l'ADN, face aux limites méthodologiques de l'épidémiologie, des incertitudes demeurent et la précaution s'impose pour les décideurs publics.

• La dose, le débit de dose et la durée de l'exposition

Les études épidémiologiques réalisées sur les personnes exposées aux bombardements de Hiroshima et de Nagasaki ont permis de mieux connaître les effets des rayonnements sur la santé, pour des expositions dues à une irradiation externe (exposition externe) en quelques fractions de seconde, à forte dose et fort débit de dose⁽³⁾ de rayonnements ionisants. Les études menées dans les pays les plus touchés par l'accident de Tchernobyl (la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie) ont aussi fait avancer les connaissances sur l'effet des rayonnements sur la santé pour des expositions dues à la contamination interne (exposition interne), notamment à l'iode radioactif. Les études sur les travailleurs de l'industrie nucléaire ont permis de mieux préciser le risque pour des expositions chroniques à faibles doses établies sur de nombreuses années, que ce soit le résultat d'expositions externes ou de contaminations internes.

3. Le débit de dose radioactive détermine la dose absorbée (énergie absorbée par la matière par unité de masse et de temps). Il se mesure en Gray par seconde (Gy/s) dans le système international. Il est utilisé en physique et en radioprotection.

• Les effets héréditaires

La survenue d'éventuels effets héréditaires des rayonnements ionisants chez l'homme reste incertaine. De tels effets n'ont pas été observés chez les survivants des bombardements de Hiroshima et de Nagasaki. Cependant, des effets héréditaires ont été bien documentés dans des travaux expérimentaux chez l'animal : les mutations induites par les rayonnements ionisants dans les cellules germinales sont transmissibles à la descendance. La mutation récessive d'un gène sur un chromosome ne donnera aucun signe clinique ou biologique tant que le même gène porté par l'autre chromosome homologue ne sera pas atteint ; si elle n'est pas nulle, la probabilité de ce type d'événement reste cependant faible.

• La protection de l'environnement

La radioprotection a pour but d'empêcher ou de réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par l'effet des atteintes portées à l'environnement. Au-delà de la protection de l'environnement orientée vers la protection de l'homme et des générations présentes ou futures, la protection des espèces non humaines fait partie en tant que telle de la protection de l'environnement prescrite en France par la [Charte constitutionnelle de l'environnement](#). La protection de la nature au nom de l'intérêt propre des espèces animales et végétales a fait l'objet de plusieurs publications depuis 2008 ([CIPR 108](#), [114](#) et [124](#)).

1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

Il n'est actuellement pas possible de faire la différence entre un cancer radio-induit et un cancer qui ne le serait pas. En effet, les lésions provoquées par les rayonnements ionisants au niveau moléculaire ne semblent pas différentes de celles qui résultent du métabolisme cellulaire normal, avec l'implication dans les deux cas de radicaux libres, en particulier oxygénés. De plus, ni l'examen anatomopathologique ni la recherche de mutations

spécifiques n'ont permis de différencier jusqu'à présent une tumeur radio-induite d'une tumeur sporadique.

On sait qu'aux premières étapes de la carcinogenèse (processus de formation du cancer) une cellule apparaît présentant une combinaison particulière de lésions de l'ADN lui permettant d'échapper au contrôle habituel de la division cellulaire et qu'il faut une dizaine à une centaine de lésions de l'ADN (mutations, cassures...) en des points névralgiques pour franchir ces étapes. Tous les agents capables de léser l'ADN cellulaire (tabac, alcool, produits chimiques variés, rayonnements ionisants, température élevée, autres facteurs d'environnement notamment nutritionnels, radicaux libres du métabolisme cellulaire normal...) contribuent au vieillissement cellulaire et à la carcinogenèse.

Dans une approche multirisque de la carcinogenèse, peut-on alors continuer à parler de cancers radio-induits ? Oui, compte tenu des nombreuses données épidémiologiques qui indiquent que la fréquence des cancers augmente lorsque la dose augmente, une fois tenu compte des autres principaux facteurs de risque. Cependant, l'événement radio-induit peut aussi être le seul en cause dans certains cas (cancers radio-induits chez les enfants).

La mise en évidence d'une signature radiologique des cancers, c'est-à-dire la découverte de marqueurs permettant de signer l'éventuelle composante radio-induite d'une tumeur, serait d'un apport considérable dans l'évaluation des risques liés aux expositions aux rayonnements ionisants, mais reste à ce jour non démontrée.

Le caractère multifactoriel de la carcinogenèse plaide pour une approche de précaution vis-à-vis de tous les facteurs de risque, puisque chacun d'eux est susceptible de contribuer à une altération de l'ADN. C'est particulièrement important chez les personnes présentant une radiosensibilité individuelle élevée et pour les organes les plus sensibles comme le sein et la moelle osseuse, et ce d'autant plus que les personnes sont jeunes. Les principes de justification et d'optimisation trouvent là toute leur place (voir chapitre 2).

2. Les différentes sources de rayonnements ionisants

2.1 Les rayonnements d'origine naturelle

En France, l'exposition à la radioactivité naturelle, sous ses différents modes (cosmique ou tellurique), représente en moyenne environ 65 % de l'exposition totale annuelle.

2.1.1 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

Les radionucléides naturels d'origine terrestre sont présents à des teneurs diverses dans tous les milieux constitutifs de notre environnement et de l'organisme humain. Ils conduisent à une exposition externe de la population du fait des rayonnements gamma émis par les produits de filiation de l'uranium-238 et du thorium-232, et par le potassium-40 présents dans les sols, mais aussi à une exposition interne par inhalation de particules remises en suspension, par ingestion de denrées alimentaires ou d'eau de consommation. Les teneurs en radionucléides naturels dans les sols sont extrêmement variables. Les valeurs des débits de dose d'exposition externe, à l'air libre, s'échelonnent en France, selon les régions, entre quelques nanosieverts par heure (nSv/h) et 100 nSv/h.

Les valeurs de débit de dose à l'intérieur des habitations sont généralement plus élevées du fait de la contribution des matériaux de construction (environ 20 % en plus, en moyenne).

À partir d'hypothèses sur les temps de présence des individus à l'intérieur et à l'extérieur des habitations (respectivement 90 %

et 10 %), la dose efficace annuelle moyenne due à l'exposition externe aux rayonnements gamma d'origine tellurique est estimée en France à environ 0,5 mSv par personne et par an.

Les doses dues à l'exposition interne d'origine naturelle varient selon les quantités incorporées de radionucléides des familles de l'uranium et du thorium de la chaîne alimentaire, lesquelles dépendent des habitudes alimentaires de chacun. Selon l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#), 2015), la dose moyenne par individu serait de l'ordre de 0,32 mSv par an. La concentration moyenne du potassium-40 dans l'organisme représente environ 55 Bq/kg (becquerels par kilogramme) de masse corporelle ; il en résulte une [dose efficace](#) annuelle moyenne de l'ordre de 0,18 mSv.

Les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH), notamment celles d'origine souterraine, ainsi que les eaux minérales, se chargent en radionucléides naturels du fait de la nature des couches géologiques dans lesquelles elles séjournent. La concentration en [descendants](#) de l'uranium et du thorium, mais aussi en potassium-40, varie selon les ressources exploitées, compte tenu de la nature géologique du sous-sol. Pour les eaux présentant une radioactivité élevée, la dose efficace annuelle résultant d'une consommation quotidienne (deux litres par habitant et par jour) peut atteindre quelques dizaines ou centaines de µSv (microsieverts).

Potentiel d'exhalation du radon en France métropolitaine (source IRSN)



2.1.2 Le radon

Certaines zones géographiques présentent un potentiel élevé d'exhalation de radon du fait des caractéristiques géologiques des terrains (sous-sol granitique par exemple). La concentration mesurée à l'intérieur des habitations dépend également de l'étanchéité du bâtiment (soubassements) et de la ventilation des pièces.

L'exposition au radon dit « domestique » (radon dans les habitations) a été estimée par l'IRSN lors de campagnes de mesures qui ont donné lieu ensuite à des analyses statistiques (voir irsn.fr). La valeur moyenne des activités mesurées en radon a ainsi été estimée en France à 63 Bq/m³, avec environ la moitié des résultats inférieurs à 50 Bq/m³, 9 % supérieurs à 200 Bq/m³ et 2,3 % au-dessus de 400 Bq/m³.

Ces mesures avaient permis de classer les départements en fonction du potentiel d'exhalation de radon des terrains. En 2011, l'IRSN a publié une cartographie du territoire national en considérant le potentiel d'exhalation de radon dans le sol, à partir des données du Bureau de recherches géologiques et minières. Sur cette base, une classification plus fine, par commune, a été publiée par l'[arrêté interministériel du 27 juin 2018](#) (voir moteur de recherche par commune et cartographie disponibles sur asn.fr et irsn.fr).

À terme, la nouvelle obligation faite aux laboratoires d'analyse des détecteurs radon de transmettre à l'IRSN les résultats des

mesurages devra permettre d'améliorer la connaissance des expositions au radon en France (voir le [3^e plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon](#) publié en janvier 2017 et accessible sur asn.fr).

2.1.3 Les rayonnements cosmiques

Les rayonnements cosmiques de composantes ionique et neutronique sont aussi accompagnés de rayonnement électromagnétique. Au niveau de la mer, le débit de dose résultant du rayonnement électromagnétique est estimé à 32 nSv/h et celui résultant de la composante neutronique à 3,6 nSv/h.

En prenant en compte le temps moyen passé à l'intérieur des habitations (l'habitat atténue la composante ionique des rayonnements cosmiques), la dose efficace individuelle moyenne dans une commune située au niveau de la mer, en France, est de 0,27 mSv/an, alors qu'elle peut dépasser 1,1 mSv/an dans une commune qui serait située à environ 2 800 m d'altitude. En moyenne, la dose efficace annuelle par individu en France est de 0,32 mSv. Elle est inférieure à la valeur moyenne mondiale de 0,38 mSv par an publiée par l'UNSCEAR.

Du fait d'une exposition accrue aux rayonnements cosmiques en raison de séjours prolongés en altitude, une surveillance dosimétrique s'impose pour le personnel navigant (voir point 3.1.3).

2.2 Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines

Les activités humaines impliquant des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, appelées activités nucléaires, peuvent être regroupées selon la nomenclature suivante :

- l'exploitation des INB ;
- le transport de substances radioactives ;
- les activités nucléaires de proximité ;
- l'élimination des déchets radioactifs ;
- la gestion des sites contaminés ;
- les activités générant un renforcement des rayonnements ionisants d'origine naturelle.

2.2.1 Les installations nucléaires de base

Les activités nucléaires sont de nature très diverse et couvrent toute activité touchant à la mise en œuvre ou à l'utilisation de substances radioactives ou de rayonnements ionisants. Ces activités sont soumises à des dispositions générales du code de la santé publique et, selon leur nature et les risques qu'elles présentent, à un régime juridique spécifique. Les installations nucléaires de base (INB) sont définies à l'[article L. 593-2 du code de l'environnement](#) :

1° les réacteurs nucléaires ;

2° les installations, répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État, de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;

3° les installations contenant des substances radioactives ou fissiles et répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;

4° les accélérateurs de particules répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;

5° les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs mentionnés à l'[article L. 542-10-1 du code de l'environnement](#).

Les installations relèvent du [régime des INB](#), régi par les chapitres III et VI du titre IX du livre V du [code de l'environnement](#) et les textes pris pour leur application.

La liste des INB au 31 décembre 2019 figure en annexe de ce rapport.

• La prévention des risques accidentels et la sûreté nucléaire

Le principe fondamental adopté internationalement sur lequel repose le système d'organisation et de réglementation spécifique de la [sûreté nucléaire](#) est celui de la responsabilité de l'exploitant (voir chapitre 2). Les pouvoirs publics veillent à ce que cette responsabilité soit pleinement assumée dans le respect des prescriptions réglementaires. Pour ce qui concerne la prévention des risques pour les travailleurs, l'exploitant d'une INB est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. Il doit en particulier s'assurer du respect des règles générales applicables à l'ensemble des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (organisation du travail, prévention des accidents, suivi médical des travailleurs, y compris ceux des entreprises extérieures...).

Pour les questions relevant de la protection de la population et de l'environnement, l'exploitant de l'INB doit également mettre en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre et maintenir un niveau optimal de protection. Plus particulièrement, les rejets

d'effluents liquides et gazeux, radioactifs ou non radioactifs, sont strictement limités (voir chapitre 3).

2.2.2 Le transport de substances radioactives

Lors du [transport de substances radioactives](#), les risques essentiels sont ceux d'exposition interne ou externe, de criticité ainsi que ceux de nature chimique. La sûreté du transport de substances radioactives s'appuie sur une logique de défense en profondeur :

- la robustesse de l'emballage est la première ligne de défense. L'emballage joue un rôle essentiel et doit résister aux conditions de transport envisageables ;
- la fiabilité des opérations de transport constitue la deuxième ligne de défense ;
- enfin, la troisième ligne de défense est constituée par les moyens d'intervention mis en œuvre en cas d'incident ou d'accident.

2.2.3 Les activités nucléaires de proximité

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient émis par des radionucléides ou générés par des appareils électriques, sont utilisés dans de très nombreux domaines dont la [médecine](#) (radiologie, radiothérapie, médecine nucléaire et pratiques interventionnelles radioguidées), la biologie, [la recherche](#), [l'industrie](#), mais aussi les applications vétérinaires ou la conservation des denrées alimentaires.

L'employeur est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. L'exploitant de l'installation doit également mettre en place les dispositions prévues par le code de la santé publique pour assurer la gestion des sources de rayonnements ionisants qu'il détient (notamment les sources radioactives), assurer, le cas échéant, la gestion des déchets produits et limiter les rejets des effluents liquides et gazeux. Dans le cas d'utilisation à des fins médicales, les questions concernant la protection des patients sont également prises en compte.

2.2.4 La gestion des déchets radioactifs

Comme toutes les activités industrielles, les activités nucléaires peuvent créer des [déchets](#) dont certains sont radioactifs. Les trois principes fondamentaux sur lesquels s'appuie une gestion rigoureuse des déchets radioactifs sont la responsabilité du producteur de déchets, la traçabilité des déchets et l'information du public.

Les dispositions techniques de gestion à mettre en œuvre doivent être adaptées au risque présenté par les déchets radioactifs. Ce risque peut être estimé principalement au travers de deux paramètres : l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, et la période, durée au bout de laquelle l'activité est divisée par deux.

Enfin, la gestion des déchets radioactifs doit être déterminée préalablement à toute création d'activité nouvelle ou modification d'activité existante afin :

- de s'assurer de la disponibilité de filières de traitement des différentes catégories de déchets susceptibles d'être produits, depuis la phase amont (production de déchets et conditionnement sous forme de colis) jusqu'à la phase aval (entreposage, transport, stockage) ;
- d'optimiser les filières de gestion de déchets.

2.2.5 La gestion des sites contaminés

La gestion des [sites contaminés](#) du fait d'une radioactivité résiduelle résultant d'une activité nucléaire passée ou d'une activité ayant produit des dépôts de radionucléides naturels justifie des actions spécifiques de radioprotection, notamment dans le cas où une réhabilitation est envisagée.

Compte tenu des usages actuels ou futurs du site, des objectifs de décontamination doivent être établis. L'élimination des déchets produits lors de l'assainissement des locaux ainsi que des terres contaminées doit être maîtrisée, depuis le site jusqu'à l'entreposage ou le stockage. La gestion des objets contaminés obéit également à ces principes.

2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

Les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, lorsqu'elles sont renforcées du fait des activités humaines, justifient des actions de contrôle, si elles sont susceptibles de générer un risque pour les travailleurs exposés et, le cas échéant, pour la population.

Ainsi, certaines activités incluses dans la définition des « activités nucléaires » peuvent avoir recours à l'utilisation de matériaux contenant des substances radioactives d'origine naturelle à des niveaux de concentrations susceptibles d'accroître, de manière

significative, l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs et, dans une moindre mesure, des populations proches des lieux où sont exercées ces activités.

Les familles naturelles de l'uranium et du thorium sont les principaux radionucléides rencontrés dans ces industries; on peut citer :

- la production pétrolière et gazière d'énergie géothermique, de dioxyde de titane, d'engrais phosphatés et de ciment;
- l'extraction de terres rares et de granits;
- les activités de fonderie d'étain, de plomb ou de cuivre.

Les actions de radioprotection à mener dans ce domaine visent les travailleurs (risque d'irradiation externe et de contamination interne, radon) mais aussi la population, par exemple, dans le cas de rejets d'effluents dans l'environnement ou de production de résidus susceptibles d'être réutilisés, notamment, dans les matériaux de construction. Ces activités sont considérées, depuis juin 2018, comme des installations classées pour la protection de l'environnement.

3. La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants

Du fait de la difficulté d'attribuer un cancer au seul facteur de risque rayonnements ionisants, pour prévenir les cancers dans la population, une « surveillance du risque » est réalisée par la mesure d'indicateurs de la radioactivité ambiante (mesure des débits de dose par exemple), de la contamination interne ou, à défaut, par la mesure de grandeurs (activités dans les rejets d'effluents radioactifs) qui peuvent permettre ensuite de procéder, par la modélisation et le calcul, à une estimation des doses reçues par les populations exposées.

La totalité de la population française est exposée à des rayonnements ionisants d'origine naturelle ou ayant pour origine des activités humaines, mais de façon inégale sur le territoire. L'exposition moyenne de la population française est estimée à 4,5 mSv (voir diagramme 1) par personne et par an, mais cette exposition

présente une grande variabilité individuelle, notamment selon le lieu d'habitation et le nombre d'examen radiologiques réalisés (source : IRSN 2015). La dose efficace individuelle annuelle moyenne peut ainsi varier selon les départements d'un facteur pouvant atteindre cinq. Le diagramme 1 représente une estimation des contributions respectives des différentes sources d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population française.

Ces données restent cependant trop imprécises pour identifier, pour chaque catégorie de sources d'exposition, les catégories ou groupes de personnes les plus exposés à l'exception du risque radon.

3.1 Les doses reçues par les travailleurs

3.1.1 La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires

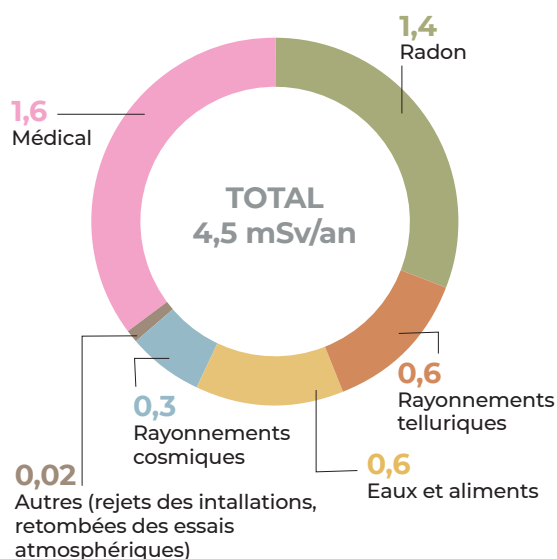
Le système de surveillance des expositions des personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants, travaillant notamment dans les INB ou dans les installations relevant du nucléaire de proximité, est en place depuis plusieurs décennies. Fondé principalement sur le port obligatoire du [dosimètre à lecture différée](#) pour les travailleurs susceptibles d'être exposés, il permet de vérifier le respect des limites réglementaires applicables aux travailleurs. Ces limites visent l'exposition totale (depuis 2003, la limite annuelle, exprimée en termes de dose efficace, est de 20 mSv sur 12 mois consécutifs), obtenue en ajoutant la dose due à l'exposition externe et celle résultant d'une éventuelle contamination interne; d'autres limites, appelées limites de dose équivalente, sont définies pour l'exposition externe de certaines parties du corps telles que les mains et le cristallin (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Les données enregistrées permettent de connaître, pour chaque personne travaillant dans les installations nucléaires, y compris celles des entreprises extérieures, la dose d'exposition cumulée sur une période déterminée (mensuelle ou trimestrielle). Elles sont rassemblées dans le système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants ([Siseri](#)) géré par l'IRSN et font l'objet d'une publication annuelle.

Les résultats de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants présentés ci-après sont issus du [bilan IRSN 2018](#) relatif à l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants

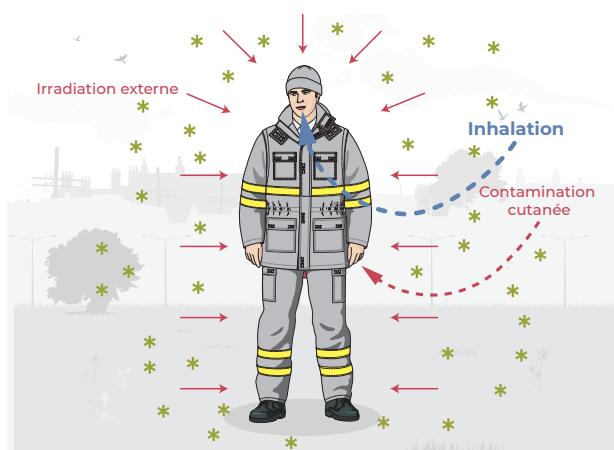
DIAGRAMME 1

Exposition moyenne aux rayonnements ionisants de la population en France (mSv/an)

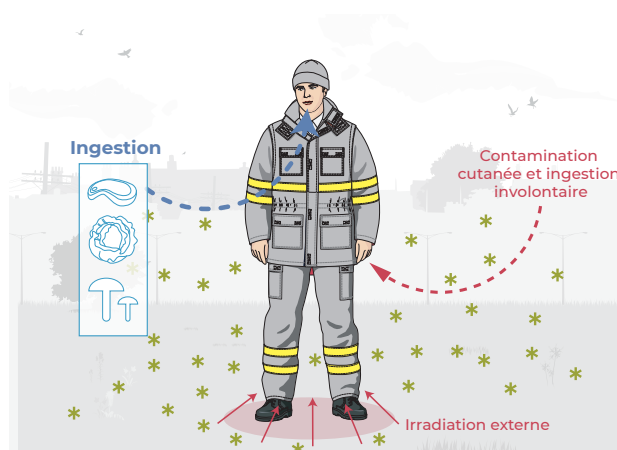


Source : IRSN 2015.

Sources et voies d'exposition aux rayonnements ionisants



- Irradiation externe
- - - -> Contamination interne par inhalation de substances radioactives
- - - -> Contamination cutanée



- Irradiation externe
- - - -> Contamination interne par ingestion de denrées contaminées
- - - -> Contamination cutanée et ingestion involontaire

en France. Sur le plan méthodologique, le bilan IRSN de l'année 2017 avait marqué une évolution importante. En effet, le bilan des années précédentes était exclusivement élaboré par agrégation des synthèses annuelles demandées aux organismes de dosimétrie. Comme en 2017, le bilan 2018 de l'exposition externe a été exclusivement réalisé à partir des données de la surveillance individuelle de l'exposition externe des travailleurs enregistrées dans Siseri. En conséquence, les résultats de 2018 et 2017 ne sont pas directement comparables à ceux des années antérieures. Néanmoins, à des fins de comparaison, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique (voir tableau 3).

Les tableaux 1 et 2 présentent, par domaine d'activité et pour l'année 2018, la répartition des effectifs surveillés, de la dose collective (la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné) et du nombre de dépassements de la limite annuelle de 20 mSv. Ils témoignent d'une grande inégalité de la répartition des doses selon les secteurs. Par exemple, le secteur des activités médicales et vétérinaires, qui regroupe une part importante des effectifs surveillés (61 %), ne représente que 17 % de la dose collective ; par contre, le secteur de l'industrie du nucléaire civil qui ne représente que 24 % des effectifs, comptabilise 75 % de la dose collective. Le secteur industriel, quant à lui, représente 4,3 % des effectifs et comptabilise 4,7 % de la dose collective.

Le tableau 3 montre que le nombre total de travailleurs suivis par dosimétrie externe à lecture différée est en augmentation d'environ 1 % par an depuis 2015 (1,5 % entre 2017 et 2018).

En 2018, la dose collective atteint 55,24 homme.Sv, valeur en légère hausse (3,2 %) par rapport à 2017 alors que la dose moyenne augmente de 11 %. Ces augmentations sont principalement liées à l'augmentation du volume de travaux de maintenance dans le domaine nucléaire.

En 2018, 10 dépassements de la limite réglementaire de 20 mSv pour la dose efficace ont été enregistrés (voir diagramme 2). Huit dépassements concernent des professionnels du domaine médical et 2 dépassements concernent des travailleurs du domaine de l'industrie non nucléaire. Il convient de noter toutefois que, sur ces 10 cas de dépassements de la limite de dose efficace, 8 ont été retenus par défaut en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions de l'enquête.

Concernant la dosimétrie des extrémités (doigts et poignets), le nombre de travailleurs suivis en 2018 est de 27 627 (soit 8 % de l'effectif suivi). Sur l'ensemble des effectifs suivis, il y a eu 3 cas de dépassement de la limite réglementaire de la dose équivalente aux extrémités de 500 mSv, tous dans le domaine médical (2 dépassements dans le secteur de la radiologie interventionnelle avec une valeur maximale enregistrée de 754 mSv et un dans celui de la médecine nucléaire).

Par ailleurs, 3 492 travailleurs ont fait l'objet d'une surveillance de l'exposition au cristallin. Cette surveillance est en progression de presque 40 % par rapport à 2017. Cette forte augmentation est à rapprocher de l'arrivée sur le marché de plusieurs dosimètres adaptés à ce type de mesure. Quatre travailleurs ont reçu une dose équivalente supérieure à 20 mSv. La dose maximale enregistrée est de 53,4 mSv et concerne le secteur de la radiologie. Cette valeur est à mettre en regard de la nouvelle limite réglementaire de dose au cristallin : valeur cumulée de 100 mSv sur 5 ans, sans excéder 50 mSv la même année (20 mSv/an à partir de 2023).

En conclusion, comme les années précédentes, le bilan de la surveillance dosimétrique de l'exposition externe des travailleurs en 2018, publié par l'IRSN en septembre 2019, montre globalement l'efficacité du système de prévention mis en place dans les établissements où sont utilisées les sources de rayonnements ionisants puisque, pour 96 % des effectifs surveillés, la dose annuelle est restée inférieure à 1 mSv (limite de dose efficace annuelle pour le public du fait des activités nucléaires). Les dépassements des valeurs limites réglementaires, bien qu'en augmentation (10 dépassements de la limite annuelle de 20 mSv), restent exceptionnels. La surveillance de l'exposition du cristallin avec, pour ce tissu, le respect de la nouvelle limite constitue le principal objectif de la radioprotection dans les toutes prochaines années et notamment dans le domaine des [pratiques médicales interventionnelles radioguidées](#).

3.1.2 L'exposition des travailleurs aux rayonnements naturels renforcés et au radon d'origine géologique

L'exposition des travailleurs aux rayonnements naturels renforcés résulte de l'ingestion de poussières de matières riches en radionucléides (phosphates, minerais métallifères), de l'inhalation de radon, formé par la désintégration de l'uranium (entrepôts mal ventilés, thermes), ou encore de l'exposition externe due aux dépôts dans des procédés (tartre se formant dans les tuyauteries par exemple).

Le [bilan des études réalisées en France depuis 2005](#), publié par l'ASN en janvier 2010, et les études plus récentes, montrent que 85 % des doses reçues par les travailleurs des industries concernées restent inférieures à 1 mSv/an. Les secteurs industriels où l'exposition des travailleurs est susceptible de dépasser 1 mSv/an sont les suivants : traitement du minerai de titane, fumisterie et recyclage de céramiques réfractaires, maintenance de pièces composées d'alliages au thorium dans l'aéronautique, traitement chimique du minerai de zircon, transformation mécanique et utilisation de zircon et traitement des terres rares. Les tendances observées et publiées en 2010 demeurent toujours valides au regard des dossiers reçus jusqu'en 2018.

Concernant l'exposition au radon d'origine géologique, les résultats issus de la surveillance de l'exposition des travailleurs au radon ne sont pas encore remontés de façon exhaustive dans Siseri. Par conséquent, toutes les entreprises présentant une activité volumique de radon dans l'air nécessitant la mise en œuvre d'une surveillance individuelle ne sont pas incluses dans le bilan IRSN 2018 de septembre 2019.

3.1.3 L'exposition des personnels navigants aux rayonnements cosmiques

Les personnels navigants de compagnies aériennes ainsi que certains grands voyageurs sont exposés à des doses significatives du fait de l'altitude et de l'intensité des [rayonnements cosmiques](#) à haute altitude. Ces doses peuvent dépasser 1 mSv/an.

Depuis le 1^{er} juillet 2014, date d'entrée en vigueur de l'[arrêté du 17 juillet 2013](#) relatif à la carte de suivi médical et de suivi dosimétrique des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, le dispositif Sievert permettant de calculer la dose de rayonnements cosmiques reçue par le personnel navigant lors d'un vol – système mis en place par la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), l'IRSN, l'Observatoire de Paris et l'Institut polaire français Paul-Émile Victor ([sievert-system.org](#)) –, a évolué. C'est l'IRSN qui réalise le calcul des doses individuelles avec l'application *SievertPN*, à partir des données de vol et de présence des personnels fournies par les compagnies aériennes. Ces données sont ensuite transmises dans le registre national de dosimétrie des travailleurs Siseri.

Au 31 décembre 2018, *SievertPN* avait transmis la totalité des doses des personnels navigants à Siseri pour 13 compagnies aériennes civiles ayant adhéré au dispositif, conduisant à un total de 23 356 personnels navigants suivis par ce dispositif. En 2018, 19 % des doses individuelles annuelles sont inférieures à 1 mSv et 80 % des doses individuelles annuelles sont comprises entre 1 mSv et 5 mSv. La dose individuelle maximale annuelle est de 5,9 mSv.

Bilan de la surveillance dosimétrique de l'exposition externe des travailleurs aux rayonnements ionisants (hors radioactivité naturelle) en 2018

(Source : *Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France* – bilan IRSN, septembre 2019)

- Effectif total surveillé : 365 980 travailleurs
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée inférieure au seuil d'enregistrement : 296 515 travailleurs, soit plus de 81 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre le seuil d'enregistrement et 1 mSv : 56 581 travailleurs, soit environ 15,5 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre 1 mSv et 20 mSv : 12 874 travailleurs, soit plus de 3,5 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle a dépassé 20 mSv : 10 travailleurs
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente aux extrémités a dépassé 500 mSv : 3 travailleurs
- Dose collective (somme des doses efficaces annuelles individuelles) : 55,24 homme.Sv
- Dose efficace individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,80 mSv

Bilan de la surveillance de l'exposition interne (hors radioactivité naturelle) en 2018

- Nombre d'examens de routine réalisés : 262 900 (dont 0,4 % considérés positifs)

- Effectif ayant fait l'objet d'une estimation dosimétrique : 415 travailleurs
- Nombre d'examens de surveillance spéciale ou de contrôle réalisés : 11 978 (dont 14 % sont supérieurs au seuil d'enregistrement)
- Effectif ayant enregistré une dose efficace engagée supérieure à 1 mSv : 4 travailleurs

Bilan de la surveillance de l'exposition aux rayonnements cosmiques en 2018 (aviation civile)

- Dose collective pour 23 356 personnels navigants : 48,7 homme.Sv
- Dose efficace individuelle annuelle moyenne : 2,1 mSv

Bilan de la surveillance de l'exposition aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium en 2018

- Exposition externe :
 - dose collective pour 601 travailleurs : 85,2 homme.mSv
 - dose efficace individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,26 mSv
- Exposition interne :
 - dose collective pour 372 travailleurs : 150,1 homme.mSv
 - dose individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,63 mSv

TABEAU 1

Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans le domaine nucléaire civil (année 2018)

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv ^(*))	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Réacteurs et production d'énergie (EDF)	24 626	6,01	0
Cycle du combustible; démantèlement	12 680	3,34	0
Transport	739	0,08	0
Logistique et maintenance (prestataires)	30 315	27,74	0
Effluents, déchets	689	0,09	0
Autres	6 716	1,07	0
Total nucléaire civil	75 765	38,33	0

(Source: exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – bilan IRSN, septembre 2019)

* Homme.Sv: unité de grandeur de dose collective. Pour mémoire, la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes données.

TABEAU 2

Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans les activités nucléaires de proximité (année 2018)

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv ^(*))	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Médecine	162 564	7,74	7
Dentaire	39 220	1,49	1
Vétérinaire	20 091	0,33	0
Industrie	15 772	2,57	2
Recherche et enseignement	12 414	0,32	0
Total nucléaire de proximité	250 061	12,45	10

(Source: exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – bilan IRSN, septembre 2019)

* Homme.Sv: unité de grandeur de dose collective.

TABEAU 3

Évolution des effectifs suivis tous domaines confondus et de la dose collective de 2015 à 2018^(*)

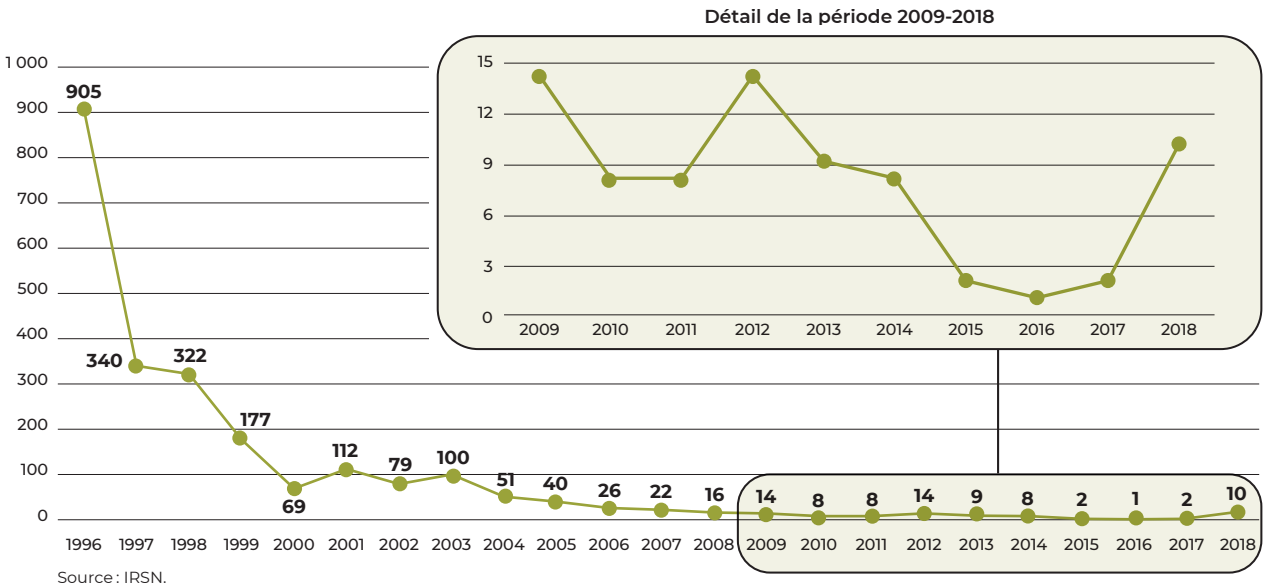
ANNÉE	EFFECTIF SUIVI	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv)	DOSE INDIVIDUELLE MOYENNE (mSv)
2015	352 641	65,61	0,76
2016	357 527	66,71	0,73
2017	360 694	53,52	0,72
2018	365 980	55,24	0,80

(Source: exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – bilan IRSN, septembre 2019)

* À des fins de comparaison, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique.

DIAGRAMME 2

Évolution du nombre de travailleurs surveillés dont la dose annuelle est supérieure à 20 mSv de 1996 à 2018



3.2 Les doses reçues par la population

3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires

Les réseaux de surveillance automatisés gérés par l'IRSN sur l'ensemble du territoire (réseaux [Téléray](#), [Hydrotéléray](#) et Téléhydro) permettent de surveiller en temps réel la radioactivité dans l'environnement et de mettre en évidence toute variation anormale. Ces réseaux de mesure joueraient un rôle prépondérant, en cas d'incident ou d'accident conduisant à des rejets de substances radioactives, pour éclairer les décisions à prendre par les autorités et pour informer la population. En situation normale, ils participent à l'évaluation de l'impact des INB (voir chapitre 3).

Par contre, il n'existe pas de méthode globale de surveillance permettant de reconstituer de façon exhaustive les doses reçues par la population du fait des activités nucléaires. De ce fait, le respect de la limite d'exposition de la population (dose efficace fixée à 1 mSv par an) n'est pas directement contrôlable. Cependant, pour les INB, les rejets d'effluents radioactifs font l'objet d'une comptabilité précise, et une surveillance radiologique de l'environnement est mise en place autour des installations. À partir des données recueillies, l'impact dosimétrique de ces rejets sur les populations vivant au voisinage immédiat des installations est ensuite calculé en utilisant des modèles permettant de simuler les transferts vers l'environnement. Les impacts dosimétriques varient, selon le type d'installation et les habitudes de vie des groupes de référence retenus, de quelques microsieverts à quelques dizaines de microsieverts par an. L'évaluation des doses dues aux INB est présentée dans le tableau 4 dans lequel figurent, pour chaque site et par année, les doses efficaces estimées pour les groupes de population de référence les plus exposés.

Ces estimations ne sont pas connues pour les activités nucléaires autres que les INB, du fait des difficultés méthodologiques pour mieux connaître l'impact de ces installations et, notamment, l'impact des rejets contenant des faibles quantités de radionucléides artificiels provenant de l'utilisation des sources radioactives non scellées dans les laboratoires de recherche ou de biologie, ou dans les services de médecine nucléaire. À titre d'exemple, l'impact des rejets hospitaliers pourrait conduire à des doses de quelques dizaines de microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment pour certains postes de travail dans les réseaux d'assainissement et stations d'épuration (études IRSN 2005 et 2015).

Des situations héritées du passé telles que les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl peuvent contribuer, de manière très faible, à l'exposition de la population. Ainsi, la dose efficace individuelle moyenne reçue actuellement due aux retombées de l'accident de Tchernobyl en France métropolitaine est estimée entre 0,01 mSv et 0,03 mSv/an (IRSN 2001). Celles dues aux retombées des tirs atmosphériques avaient été estimées, en 1980, à environ 0,02 mSv; du fait d'un facteur de décroissance d'environ 2 en dix ans, les doses actuelles sont estimées inférieures à 0,01 mSv/an (IRSN 2015). En ce qui concerne les retombées en France de l'accident de Fukushima, les résultats publiés en France par l'IRSN en 2011 ont montré la présence d'iode radioactif à des niveaux très faibles, conduisant pour les populations à des doses très inférieures à celles estimées pour l'accident de Tchernobyl et d'impact négligeable.

3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels

• L'exposition due à la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Les résultats de la surveillance de la qualité radiologique des eaux distribuées au robinet, exercée par les agences régionales de santé en 2008 et 2009 ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2011) ont montré que 99,83 % de la population bénéficie d'une eau dont la qualité respecte en permanence la dose indicative de 0,1 mSv par an, fixée par la réglementation. Cette appréciation globalement satisfaisante s'applique également à la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2013).

Depuis 2019, la mesure du radon contenue dans les eaux du robinet et dans les eaux embouteillées est obligatoire. Pour accompagner cette nouvelle disposition, une instruction a été établie en concertation avec l'ASN, et diffusée en 2018 aux agences régionales de santé par la Direction générale de la santé (DGS) ([avis n°2018-AV-0302 de l'ASN du 6 mars 2018](#) sur les modalités de gestion du radon dans le cadre du contrôle sanitaire des EDCH).

• L'exposition due au radon

En France, la réglementation relative à la gestion du risque lié au radon, mise en place à partir du début des années 2000 pour certains établissements recevant du public, a été étendue en 2008 à certains lieux de travail. En 2016, le radon a été introduit dans la politique de la qualité de l'air intérieur.

La transposition de la [directive n°2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants a conduit à modifier les dispositions applicables au radon depuis le 1^{er} juillet 2018. Un niveau de référence à 300 Bq/m³ a été introduit. Il est applicable à toutes les situations, ce qui permet de gérer le risque sanitaire lié au radon par une approche globale. La réglementation s'est étoffée avec des dispositions concernant les trois secteurs principaux :

- Pour le grand public, une avancée significative a été introduite : le radon est désormais intégré dans l'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers situés dans les zones où le potentiel radon est susceptible d'être le plus important ;
- Dans les lieux de travail, la réglementation a été étendue aux activités professionnelles exercées au rez-de-chaussée ainsi que dans certains lieux spécifiques de travail. Quelle que soit la zone à potentiel radon où se situe le lieu de travail, l'évaluation des risques doit prendre en compte le radon. Au besoin, un mesurage peut être réalisé dans ce cadre. S'il y a un risque d'atteinte ou de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³, l'employeur doit agir pour réduire l'activité volumique en radon. Si les actions se révèlent inefficaces, il doit identifier d'éventuelles « zones radon », puis mettre en œuvre des mesures de radioprotection, si nécessaire en fonction de l'exposition des travailleurs.
- Dans certains établissements recevant du public, des ajustements ont été apportés aux modalités de gestion du radon avec notamment l'ajout des établissements d'accueil d'enfants de moins de 6 ans dans le dispositif et une obligation d'informer le public par affichage des résultats de mesurage. La nature des actions à mettre en œuvre en cas de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³ est graduée en fonction des résultats des mesurages⁽⁴⁾ : actions correctives simples en cas de concentration de radon comprise entre 300 et 1 000 Bq/m³, expertise et travaux si les actions correctives ne permettent pas d'abaisser la concentration de radon en deçà du niveau de

4. Arrêté du 26 février 2019 relatif aux modalités de gestion du radon dans certains établissements recevant du public et de diffusion de l'information auprès des personnes qui fréquentent ces établissements.

TABLEAU 4

Impact radiologique des INB depuis 2013, calculé par les exploitants à partir des rejets réels des installations et pour les groupes de référence les plus exposés (données fournies par les exploitants nucléaires)

EXPLOITANT/SITE	GROUPE DE RÉFÉRENCE LE PLUS EXPOSÉ EN 2018	DISTANCE AU SITE EN KM	ESTIMATION DES DOSES REÇUES, EN mSv ^(a) (les valeurs, calculées par l'exploitant, sont arrondies à l'unité supérieure)					
			2013	2014	2015	2016	2017	2018
Andra / CSA	Groupe multi activité Ville-aux-Bois	1,7	1.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁷
Andra / Centre de stockage de la Manche	Hameau de La Fosse	2,5	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
Framatome Romans	Ferme Riffard	0,2	5.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵
Orano Cycle / La Hague	Digulleville	2,8	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²
Orano / Tricastin (Areva NC, Comurhex, Eurodif, Socatri, SET)	Les Girardes	1,2	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁵
CEA / Cadarache ^(b)	Saint-Paul-lez-Durance	5	2.10 ⁻³	2.10 ⁻³	1.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<3.10 ⁻³
CEA / Fontenay-aux-Roses ^(b)	Achères	30	3.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴
CEA / Grenoble ^(c)	-	-	5.10 ⁻⁹	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
CEA / Marcoule ^(b) (Atalante, Centraco, Phénix, Melox, CIS bio)	Codolet	2	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	2.10 ⁻⁵	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³
CEA / Saclay ^(b)	Le Christ de Saclay	1	2.10 ⁻³	2.10 ⁻³	2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³
EDF / Belleville-sur-Loire	Beaulieu-sur-Loire	1,8	7.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Blayais	Braud et Saint-Louis	2,5	2.10 ⁻³	6.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Bugey	Vernas	1,8	4.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Cattenom	Koenigsmacker	4,8	5.10 ⁻³	8.10 ⁻³	7.10 ⁻³	9.10 ⁻³	8.10 ⁻³	9.10 ⁻³
EDF / Chinon	La Chapelle-sur-Loire	1,6	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Chooz	Chooz	1,5	2.10 ⁻³	7.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Civaux	Valdivienne	1,9	2.10 ⁻³	8.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	8.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴
EDF / Creys-Malville	Creys-Mépieu	0,95	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁵
EDF / Cruas-Meyssse	Savasse	2,4	4.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻³
EDF / Dampierre-en-Burly	Lion-en-Sulias	1,6	9.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Fessenheim	Rheinwartenhaus	1,3	1.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵
EDF / Flamanville	Flamanville	0,8	7.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Golfech	Valence	3,4	6.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Gravelines	Grand-Fort-Philippe	2,5	6.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴
EDF / Nogent-sur-Seine	Saint-Nicolas-la-Chapelle	2,3	1.10 ⁻³	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Paluel	Paluel	1,1	9.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Penly	Berneval-le-Grand	3,1	7.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	1,7	4.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Saint-Laurent-des-Eaux	Lestiou	1,7	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
EDF / Tricastin	Bollène	1,3	5.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
Ganil / Caen	IUT	0,6	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	8.10 ⁻³	8.10 ⁻³
ILL / Grenoble	Fontaine (rejets gazeux) et Saint-Égrève (rejets liquides)	1 et 1,4	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵

(a) Pour les installations exploitées par EDF, la dose du groupe de référence est réalisée sur trois classes d'âge (adulte, enfant, nourrisson) pour toutes les INB. La valeur de dose indiquée est la valeur la plus contraignante des classes d'âge.

(b) Pour les sites de Cadarache, Saclay, Fontenay-aux-Roses et Marcoule, les estimations de dose renseignées dans le tableau résultent d'une somme des estimations de dose transmises par le CEA. Ces estimations comportant au moins un terme inférieur à 0,01 microsievert, les valeurs indiquées sont précédées du signe « inférieur à (<) ».

(c) Le site n'ayant plus de rejets radioactifs depuis 2014, l'impact radiologique induit par les rejets radioactifs est donc nul depuis 2014.

référence ou si les résultats de mesurage sont supérieurs ou égaux à 1000 Bq/m³.

Sur la base des résultats transmis par les [organismes agréés](#) par l'ASN pour la campagne 2018/2019, la majorité des dépistages a été réalisée dans des établissements d'enseignement et des établissements sanitaires et médico-sociaux (respectivement 51 % et 48 % des dépistages). La concentration volumique en radon est inférieure au niveau de référence de 300 Bq/m³ pour 64 % des établissements d'enseignement et 82 % des établissements sanitaires et médico-sociaux dépistés (voir diagramme 3).

Sur la base des données recueillies pour une centaine d'établissements recevant du public (ERP), un tiers des contrôles de concentration volumique de radon par les organismes agréés par l'ASN ont permis de vérifier que la concentration volumique en radon était abaissée en dessous du niveau de 300 Bq/m³ après réalisation de travaux d'assainissement du radon.

• Bilan du 3^e plan national d'action radon (2016-2019) et grandes lignes du 4^e plan (2020-2024)

Le [3^e plan radon](#) couvrait la période 2016-2019. Bien que sa mise en œuvre ait été fortement impactée par la transposition de la directive n° 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 (en 2016 pour la partie législative et en 2018 et 2019 pour la partie réglementaire), la plupart des actions concernées sont terminées ou en cours de réalisation. Son bilan fait apparaître les points principaux suivants :

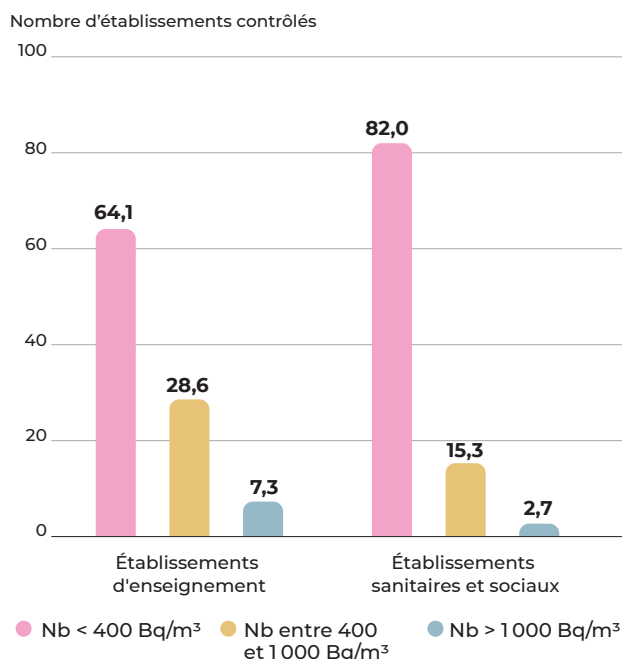
- La publication en juin 2018 d'une cartographie du risque radon⁽⁵⁾ définie à l'échelle plus précise de la commune et incluant désormais les territoires d'outre-mer. Elle constitue un outil commun à toutes les stratégies de gestion, fondé sur une division du territoire en trois zones à potentiel radon ;
- La mise en œuvre de nombreuses actions de communication sur le risque lié au radon et sur les nouvelles dispositions réglementaires introduites en droit français depuis le 1^{er} juillet 2018. En particulier, les opérations locales de sensibilisation des particuliers se sont poursuivies et des sessions d'information ont été organisées au niveau national ou local à destination des différents acteurs : gestionnaires d'établissements recevant du public, préventeurs de risques, professionnels du bâtiment, organismes agréés par l'ASN pour la mesure de l'activité volumique du radon ;
- La définition progressive de bonnes pratiques en matière de méthodes de prévention pour les constructions neuves et de réduction de la concentration de radon pour les constructions existantes. Cela a été rendu possible grâce à la capitalisation d'exemples de constructions et de travaux, du retour d'expérience des professionnels du bâtiment et de la publication d'études françaises et étrangères ;
- Le développement de formations des professionnels du bâtiment, le radon étant désormais inclus dans des thématiques plus larges, soit de la qualité de l'air intérieur, soit de la rénovation énergétique.

• 4^e plan radon (2020-2024)

Le 4^e plan radon (2020-2024) s'articulera avec le [4^e plan national santé environnement](#) qui coordonnera désormais tous les plans sectoriels portant sur la santé ou l'environnement. Les trois axes du plan 2016-2019 sont conservés : information des publics, amélioration des connaissances et amélioration de la prise en compte de la gestion du risque lié au radon dans les bâtiments. En particulier, l'information et la sensibilisation sur le risque radon restent les sujets majeurs du plan, en raison de l'insuffisante connaissance de ce risque non seulement par le grand public, mais aussi par les acteurs des secteurs réglementés. Les fumeurs feront l'objet

DIAGRAMME 3

Répartition des concentrations volumiques de radon selon les types d'établissements recevant du public (ERP) dépistés (en %), campagne 2018/2019



d'une communication spécifique, car ils constituent la population la plus à risque de développer un cancer du poumon lié à une exposition cumulée au radon et au tabac. Différents travaux vont se poursuivre afin d'améliorer les connaissances sur l'impact sanitaire du radon, mais aussi de l'exposition des Français : facteurs influençant les teneurs en radon du sol, étude de la contribution des matériaux de construction. Les bonnes pratiques en matière de prévention et de réduction de la concentration de radon dans les bâtiments seront à synthétiser et à diffuser. Des indicateurs ont été mis en place pour suivre la réalisation des différentes actions et en estimer les impacts pour les publics.

3.3 Les doses reçues par les patients

En France, l'exposition à des fins médicales représente la part la plus importante des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Elle progresse depuis une trentaine d'années du fait de l'augmentation du nombre d'[examens radiologiques](#), notamment d'exams scanographiques, du vieillissement de la population, des stratégies déployées pour une meilleure prise en charge de patients, en particulier dans le cadre de la surveillance après traitement d'un cancer et des maladies coronariennes. Elle fait l'objet depuis 2002 d'un bilan régulier par l'IRSN.

La dose efficace moyenne par habitant du fait des examens radiologiques à visée diagnostique a été évaluée à 1,6 mSv pour l'année 2012 (rapport IRSN 2014) pour un volume d'actes diagnostiques de l'ordre de 81,8 millions (74,6 millions en 2007), soit 1 247 actes pour 1 000 habitants et par an. Il faut noter que l'exposition individuelle en 2012 est très hétérogène. Ainsi, si environ un tiers de la population française a bénéficié d'au moins un acte (hors actes dentaires), 85 % de cette population n'a pas été exposée ou a reçu moins de 1 mSv. La dose efficace individuelle moyenne a augmenté de 23 % entre 2007 et 2012 (elle était de 1,3 mSv en 2007).

5. Arrêté du 27 juin 2018 portant délimitation des zones à potentiel radon du territoire français.

Les divisions territoriales de l'ASN en première ligne pour participer à la prévention du risque lié au radon dans les territoires

L'année 2019 a été marquée par la mise en œuvre des dispositions réglementaires visant à mieux protéger le public et les travailleurs vis-à-vis du risque lié au radon (voir point 3.2.2). L'ASN a ainsi contribué, avec les administrations (Dreal, ARS, Direccte) et les organisations partenaires (Cerema, associations professionnelles, collectivités locales...), à sensibiliser élus, professionnels du bâtiment, employeurs, responsables d'établissement recevant du public (ERP) et grand public à ces évolutions.

Au 1^{er} juillet 2020, chaque ERP doit pouvoir mettre à disposition de l'ASN les rapports de mesure du radon effectués au sein de l'établissement.

En région [Auvergne-Rhône-Alpes](#), la division de Lyon a inspecté le conseil départemental du Puy de Dôme en charge des collèges publics et les services du conseil régional en charge des lycées publics. Ces inspections ont permis de vérifier la manière dont ces collectivités gèrent le risque radon dans ces établissements d'enseignement. Les constats relevés lors de ces inspections conduisent l'ASN à maintenir en 2020 des inspections de collectivités territoriales.

La division de Lyon a également inspecté en 2019 les Grands Thermes de la Bourboule, établissement thermal confronté à une forte concentration en radon. Les inspecteurs ont également contrôlé un établissement pénitentiaire à la suite de signalements répétés de ses salariés.

La division de Lyon prévoit pour 2020 une sensibilisation des élus sur leurs obligations en matière d'information et de prévention.

En [Bourgogne-Franche-Comté](#), les inspections conduites en 2019 dans des établissements médicaux ou industriels situés sur des communes à potentiel radon significatif ont été mises à profit pour expliciter les obligations réglementaires des gestionnaires d'ERP et celles des employeurs. Dans le cadre du projet franco-suisse [JURADBAT](#), un site Internet propose désormais à la population, aux collectivités territoriales et aux professionnels de la construction des informations générales et réglementaires, des fiches pratiques et techniques, des cartes interactives des mesures de radon en Suisse et en Franche-Comté, ainsi que des modules de formation.

Par ailleurs, le conseil régional et la communauté d'agglomération de Besançon ont également été inspectés. Tous les établissements scolaires ont fait l'objet d'un dépistage initial qui a été renouvelé selon les périodicités requises. Les établissements qui présentent une concentration en radon supérieure au niveau de référence ont été identifiés et des actions correctives ou de remédiation engagées. Dans quelques cas cependant, il apparaît nécessaire de réaliser une expertise des bâtiments pour la préconisation de travaux adaptés.

En [Pays de la Loire](#), dont les départements (à l'exception de la Sarthe) ont entre 65 % et 80 % de leurs communes situées dans des zones à potentiel radon significatif, la division de Nantes a organisé avec l'ARS, la Dreal et le Cerema deux « Matinales du radon » à Mayenne (53) et au Lion d'Angers (49). Environ 80 représentants de collectivités locales, d'établissements d'enseignement, d'établissements sanitaires et sociaux, d'associations

et de bureaux d'études ont participé à chaque édition. Chacune d'entre elles présentait les nouvelles obligations réglementaires dans les ERP, dans les lieux de travail et dans l'habitat privé (information de l'acheteur et du locataire) pour inciter les collectivités locales à mener des campagnes de mesure du radon dans l'habitat privé et de sensibilisation du grand public. La division de Nantes a également financé plusieurs actions portées par des associations ou des centres permanents d'initiatives pour l'environnement, notamment des campagnes de mesures volontaires du radon dans l'habitat privé et l'accompagnement des personnes concernées par des teneurs élevées. L'ASN a aussi réalisé, conjointement avec l'ARS ou en sa présence, des inspections auprès du conseil régional et des conseils départementaux (Mayenne, Maine-et-Loire, Loire-Atlantique, Vendée) afin de s'assurer du lancement des campagnes de mesure de radon dans les établissements scolaires (lycées, collèges). De même, en [Bretagne](#), une inspection du conseil départemental d'Ille-et-Vilaine a également été réalisée avec l'ARS. Ces six inspections ont mis en évidence une grande disparité quant à la prise en compte des nouvelles exigences de surveillance du radon dans les établissements d'enseignement.

Dans la région [Grand Est](#), en lien avec l'ARS et ATMO Grand Est (association de surveillance agréée pour la qualité de l'air), deux réunions d'informations d'élus locaux se sont tenues les 19 juin à Rouffach (68) et 20 juin à Andlau (67). Les communes ciblées se trouvent en effet sur une faille granitique du piémont des Vosges pour la plupart classées en zone à potentiel radon significatif. Par ailleurs, l'alerte donnée en 2016 par des habitants de la commune d'Ottange (57), quant à une supposée prévalence anormalement élevée des cancers dans cette commune où étaient exploitées des mines de charbon, a mobilisé dans la continuité de 2018 les services de l'État. Plusieurs réunions ont ainsi été pilotées par le sous-préfet de Thionville : réunion interservices le 8 juillet et réunion publique le 20 septembre 2019. À l'issue de cette dernière, il a été indiqué que près de 95 % des mesures effectuées lors de la campagne hivernale 2019 sont inférieures à 300 Bq/m³ et qu'aucune ne dépasse 1 000 Bq/m³. Une nouvelle campagne de mesures du radon sera réalisée lors de l'hiver 2020.

En [Normandie](#), l'ASN a également organisé, en lien avec les autres services de l'État, deux journées d'information sur le risque radon à destination des maires des communes à risque le 11 juin à Vire (14) et le 12 juin à Cherbourg-Octeville (50).

Enfin, en [Occitanie](#), l'ASN a été informée par l'ARS, le 5 avril 2019, du dépassement significatif du niveau de référence de 300 Bq/m³, dans une école de la commune d'Aumont-Aubrac (48). Les élèves et le personnel ont été évacués de l'école. L'établissement a diligenté un organisme agréé par l'ASN pour réaliser une expertise du bâtiment, diagnostiquer les voies d'entrée du radon dans les bâtiments et préconiser des travaux de remise en conformité de l'école. L'établissement a procédé à des travaux d'étanchéification du bâtiment et à la pose d'un système de ventilation, puis a fait réaliser de nouveaux mesurages du radon qui ont permis d'autoriser la réintégration des élèves et du personnel dans l'école. L'établissement fera l'objet de nouveaux mesurages.

La radiologie conventionnelle (54%), la scanographie (10,5%) et la radiologie dentaire (34%) regroupent le plus grand nombre d'actes. C'est la contribution de la scanographie à la dose efficace collective qui reste prépondérante et plus significative en 2012 (71%) qu'en 2007 (58%), alors que celle de la radiologie dentaire reste très faible (0,2%).

Chez les adolescents, les actes de radiologie conventionnelle et dentaire sont les plus nombreux (1 020 et 1 220 actes pour 1 000 individus en 2012). Malgré leur fréquence, les actes de radiologie dentaire dans cette population ne représentent que 0,5% de la dose collective.

À noter enfin :

- dans un échantillon d'environ 600 000 personnes bénéficiaires de l'assurance maladie, l'analyse des doses efficaces pour ces personnes, ayant effectivement eu un examen, montre que

70% d'entre elles ont reçu moins d'1 mSv, 18% entre 1 et 10 mSv, 11% entre 10 et 50 mSv et 1% plus de 50 mSv ;

- à partir d'un échantillon de 120 000 enfants nés entre 2000 et 2015, l'IRSN (rapport 2015) rapporte qu'en 2015, 31,3% des enfants de l'échantillon ont été exposés aux rayonnements ionisants à des fins diagnostiques (en hausse de 2% par rapport à l'année 2010). La dose efficace moyenne est estimée à 0,43 mSv et la médiane à 0,02 mSv (en baisse pour la moyenne, mais équivalente pour la valeur médiane). Il est noté une grande disparité en fonction de l'âge ; avant 1 an la valeur médiane est à 0,55 mSv (valeur la plus haute) et entre 6-10 ans, la valeur médiane est égale à 0,012 mSv (valeur médiane la plus basse).

Il faut cependant tenir compte dans ces études des incertitudes importantes sur les valeurs de dose efficace moyenne par type d'acte, ce qui justifie de progresser dans les estimations de doses lors de la prochaine étude d'exposition de la population générale.

Le second plan d'action pour la maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes en imagerie médicale

En France, l'exposition à des fins médicales représente la première source d'expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Cette exposition est en augmentation du fait principalement de l'accroissement du nombre d'examens de scanographie. Les examens d'imagerie ont prouvé leur intérêt et leur apport tant pour le diagnostic que pour le traitement. L'enjeu est toutefois d'éviter les examens qui ne sont pas vraiment nécessaires, ou sans réel bénéfice pour les patients, et dont le résultat est susceptible d'être obtenu par d'autres techniques disponibles non irradiantes.

La maîtrise des doses délivrées aux patients à des fins de diagnostic ou à visée thérapeutique conduit à agir sur l'appropriation des principes de justification et d'optimisation dans l'exercice des pratiques médicales faisant appel aux rayonnements ionisants.

Le [second plan d'action de l'ASN](#), publié en juillet 2018, vise à poursuivre la promotion d'une culture de radioprotection des professionnels avec le renforcement des compétences et l'harmonisation des pratiques, dans un cadre réglementaire mis à jour. Les actions visent plusieurs domaines : la responsabilisation et la sensibilité des professionnels, la formation, les nouvelles pratiques et techniques des équipements. Elles s'articulent autour de 7 axes :

Responsabilisation, sensibilisation, qualité

Axe 1. Sensibiliser les demandeurs d'examens et disposer de guides de bonnes pratiques de demande d'examens mis à jour afin d'améliorer la justification individuelle des actes d'imagerie médicale

Axe 2. Préciser les rôles de tous les professionnels de santé intervenant dans le processus de justification des actes et impliqués dans l'optimisation des doses

Axe 3. Mettre en place des analyses des pratiques professionnelles (audits cliniques) en rapport avec la justification des actes et l'optimisation des doses

Axe 4. Adapter et renforcer le dispositif juridique et économique relatif à la justification des actes d'imagerie radiologique médicale et à l'optimisation des doses

Formation

Axe 5. Mettre en place un dispositif de formation initiale et continue des professionnels à la radioprotection des personnes exposées à des fins médicales

Nouvelles pratiques et techniques

Axe 6. Mettre en place un nouveau dispositif pour accompagner la mise en œuvre de nouvelles procédures et de nouvelles techniques « à enjeux »

Équipements

Axe 7. Permettre aux professionnels de disposer des équipements les plus appropriés pour réaliser les actes « justifiés » et optimiser les doses

En 2019 et dans le cadre de ce plan, deux décisions de l'ASN ont été publiées : la [décision n° 2019-DC-0660 du 15 janvier 2019](#) fixant les obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale mettant en œuvre des rayonnements ionisants et la [décision n° 2019-DC-0669 du 11 juin 2019](#) qui modifie la [décision n° 2017-DC-0585 du 14 mars 2017](#) relative à la formation continue des professionnels à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales.

Enfin, à l'occasion de la [Journée internationale de la radiologie](#) du 8 novembre 2019, une campagne a été lancée dans 19 pays européens pour sensibiliser les professionnels de santé à un usage approprié des examens d'imagerie médicale à l'initiative de l'association européenne HERCA des responsables des Autorités compétentes en radioprotection. Cette journée a été l'occasion pour l'ASN de publier un recensement des initiatives françaises institutionnelles et associatives en faveur de la justification et de la pertinence des examens d'imagerie utilisant des radiations ionisantes selon trois grandes catégories : les recommandations pour les professionnels de santé, les documents d'aide au dialogue avec les patients et les campagnes de sensibilisation.

En effet, la notion de justification rejoint celle de pertinence. La justification de chaque examen vise à s'assurer que le patient tire un bénéfice de l'examen en comparaison avec les risques inhérents liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. La notion médicale de pertinence s'attache à réaliser « le bon acte pour le bon patient, au bon moment », avec une prise en compte de la balance entre les bénéfices et les risques.

TABLEAU 5

Nombre total d'actes et dose efficace collective associée pour chaque modalité d'imagerie (valeurs arrondies) en France en 2012

MODALITÉ D'IMAGERIE	ACTES		DOSE EFFICACE COLLECTIVE TOTALE : 102 198 Sv
	NOMBRE	%	%
Radiologie conventionnelle (hors dentaire)	44 175 500	54,0	17,7
Radiologie dentaire	27 616 000	33,8	0,2
Scanographie	8 484 000	10,4	71,2
Radiologie interventionnelle diagnostique	377 000	0,5	3,1
Médecine nucléaire	1 103 000	1,3	7,8
Total	81 755 500	100,0	100,0

Source : IRSN 2014.

Une attention particulière doit être exercée pour contrôler et réduire les doses liées à l'imagerie médicale, notamment lorsque des techniques alternatives peuvent être utilisées pour une même indication, car la multiplication des examens les plus irradiants, pour une même personne, pourrait conduire à atteindre une valeur de dose efficace de plusieurs dizaines de millisieverts ; à ce niveau d'exposition, certaines études épidémiologiques ont pu mettre en évidence la survenue de cancers radio-induits.

La maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes lors d'un examen médical reste une priorité pour l'ASN. Un [second plan d'action](#) a été publié en juillet 2018. Celui-ci prolonge le premier plan (2011-2017), établi en liaison avec les parties prenantes (institutionnelles et professionnelles). Un nouveau bilan de l'IRSN, permettant de porter une appréciation sur l'évolution des doses délivrées aux patients, est attendu en 2020.

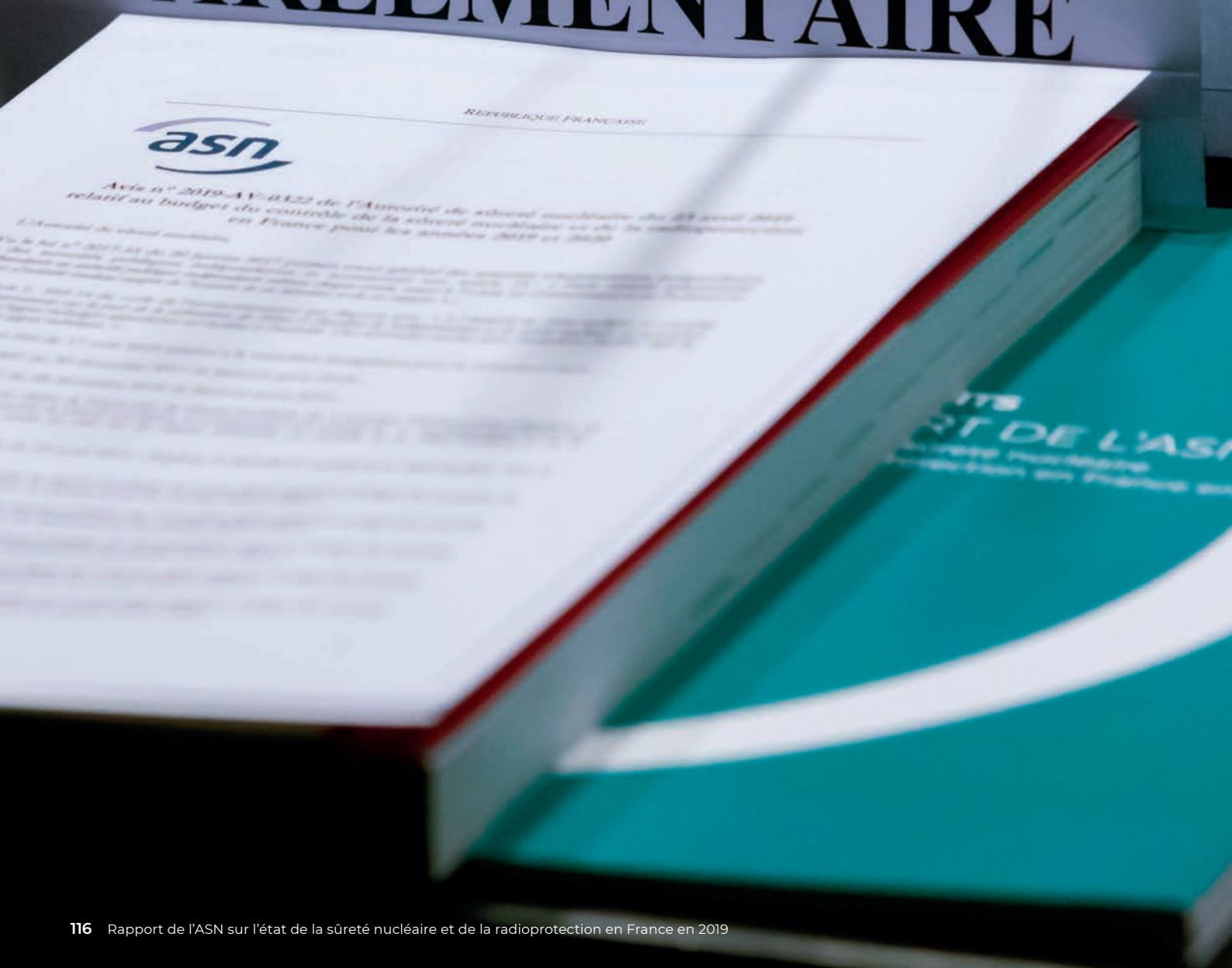
3.4 L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)

Le système international de radioprotection a été construit en vue d'assurer la protection de l'homme vis-à-vis des effets des rayonnements ionisants. La prise en compte de la radioactivité dans l'environnement est ainsi évaluée par rapport à son impact sur les êtres humains et, en l'absence d'élément contraire, il est aujourd'hui considéré que les normes actuelles garantissent la protection des autres espèces.

La protection de l'environnement vis-à-vis du risque radiologique, et notamment la protection des espèces non humaines, doit toutefois pouvoir être garantie indépendamment des effets sur l'homme. Rappelant que cet objectif est déjà intégré dans la législation nationale, l'ASN veillera à ce que l'impact des rayonnements ionisants sur les espèces non humaines soit effectivement pris en compte dans la réglementation et dans les autorisations des activités nucléaires, dès que les méthodes d'évaluation seront disponibles. À partir du rapport d'expertise de l'IRSN, le Groupe permanent d'experts en radioprotection, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement ([GPRADE](#)) a adopté un [avis en septembre 2015](#). Suivant les recommandations de cet avis, l'ASN a mis en place à la fin de l'année 2017 un groupe de travail pluraliste et pluridisciplinaire piloté par l'IRSN pour élaborer un guide méthodologique de l'évaluation de l'impact des rayonnements ionisants sur la faune et la flore. Le projet de guide doit être remis à l'ASN au premier trimestre 2020.

02.

PARLEMENTAIRE



LES PRINCIPES DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION ET LES ACTEURS DU CONTRÔLE

1 Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection — 118

1.1 Les principes fondamentaux

- 1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant
- 1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »
- 1.1.3 Le principe de précaution
- 1.1.4 Le principe de participation
- 1.1.5 Le principe de justification
- 1.1.6 Le principe d'optimisation
- 1.1.7 Le principe de limitation
- 1.1.8 Le principe de prévention

1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté

- 1.2.1 La culture de sûreté
- 1.2.2 Le concept de défense en profondeur
- 1.2.3 L'interposition de barrières
- 1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste
- 1.2.5 Le retour d'expérience
- 1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

2 Les acteurs — 123

2.1 Le Parlement

2.2 Le Gouvernement

- 2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection
- 2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire

- 2.3.1 Les missions
- 2.3.2 L'organisation
- 2.3.3 Le fonctionnement

2.4 Les instances consultatives et de concertation

- 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
- 2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique
- 2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques
- 2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

2.5 Les appuis techniques de l'ASN

- 2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
- 2.5.2 Les Groupes permanents d'experts
- 2.5.3 Le comité scientifique
- 2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN

2.6 Les groupes de travail pluralistes

- 2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- 2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire
- 2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants
- 2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

2.7 Les autres acteurs

- 2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
- 2.7.2 La Haute Autorité de santé
- 2.7.3 L'Institut national du cancer

2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale

3 Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection — 137

4 Perspectives — 138

Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle

La sûreté nucléaire est définie dans le [code de l'environnement](#) comme comprenant «*la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident*».

La sûreté nucléaire est «*l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets*». La radioprotection est, quant à elle, définie comme «*la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement*».

La sûreté nucléaire et la radioprotection obéissent à des principes et démarches mis en place progressivement et enrichis continuellement du retour d'expérience. Les principes fondamentaux qui les guident sont promus au plan international par

l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Ils ont été inscrits en France dans la Constitution ou dans la loi et figurent désormais dans des directives européennes.

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des activités nucléaires civiles est assuré par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), autorité administrative indépendante, en relation avec le Parlement et d'autres acteurs de l'État, au sein du Gouvernement et des préfectures. Ce contrôle, qui s'étend à des domaines connexes comme les pollutions chroniques de toute nature émises par certaines activités nucléaires, s'appuie sur des expertises techniques, fournies notamment par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

La prévention et la lutte contre les actes de malveillance pouvant affecter les matières nucléaires, leurs installations et leurs transports relèvent, au sein de l'État, du ministre de la Transition écologique et solidaire, qui dispose des services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) pour l'assurer. Bien que distincts, les deux domaines de la sûreté nucléaire et de la prévention des actes de malveillance sont très liés et les autorités qui en sont chargées coopèrent étroitement.

1. Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

1.1 Les principes fondamentaux

Les activités nucléaires doivent s'exercer dans le respect de principes fondamentaux inscrits dans des textes juridiques ou des normes internationales.

Il s'agit notamment :

- au niveau national, des principes inscrits dans la [Charte de l'environnement](#), qui a valeur constitutionnelle, et dans différents codes ([code de l'environnement](#), code du travail, [code de la santé publique](#)) ;
- sur le plan européen, des règles définies par les directives établissant un [cadre communautaire](#) pour la sûreté des installations nucléaires et pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ;
- au niveau international, des dix principes fondamentaux de sûreté établis par l'AIEA (voir encadré ci-après et chapitre 6, point 3.1) mis en application par la [Convention sur la sûreté nucléaire](#) (voir chapitre 6, point 4.1), qui établit le cadre international du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Ces diverses dispositions d'origines différentes se recoupent largement. Elles peuvent être regroupées sous la forme des huit principes présentés ci-après.

1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant

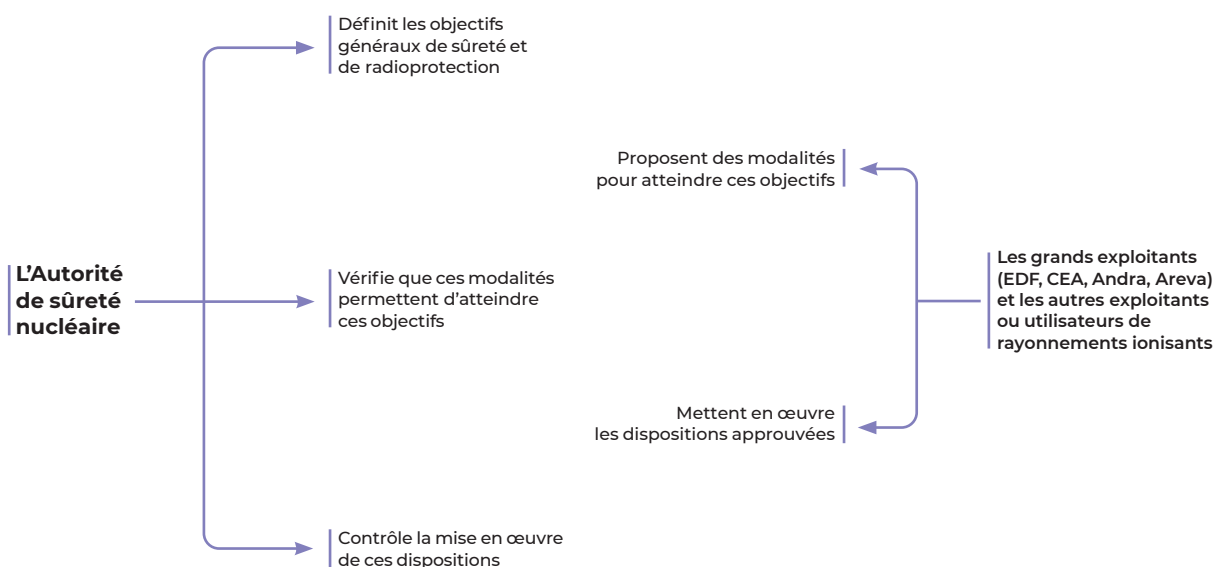
Ce principe, défini à l'article 9 de la [Convention sur la sûreté nucléaire](#), est le premier des principes fondamentaux de sûreté de l'AIEA. Il prévoit que la responsabilité en matière de sûreté des activités nucléaires à risques incombe à ceux qui les entreprennent ou les exercent.

Il trouve directement son application dans l'ensemble des activités nucléaires.

1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »

Le principe pollueur-payeur, figurant à l'[article 110-1 du code de l'environnement](#), stipule que les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur.

Responsabilité des exploitants et responsabilité de l'Autorité de sûreté nucléaire



1.1.3 Le principe de précaution

Le principe de précaution, défini à l'article 5 de la [Charte de l'environnement](#), énonce que « l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement ».

Ce principe se traduit, par exemple, en ce qui concerne les effets biologiques des rayonnements ionisants à faibles doses, par l'adoption d'une relation linéaire et sans seuil entre la dose et l'effet. Le chapitre 1 de ce rapport précise ce point.

1.1.4 Le principe de participation

Le principe de participation prévoit la participation des populations à l'élaboration des décisions des pouvoirs publics. S'inscrivant dans la ligne de la [Convention d'Aarhus](#), l'article 7 de la [Charte de l'environnement](#) le définit en ces termes : « Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement. »

Dans le domaine nucléaire, ce principe se traduit notamment par l'organisation de débats publics nationaux, obligatoires avant la construction d'une centrale nucléaire, par exemple ou bien désormais de certains plans et programmes soumis à évaluation environnementale stratégique comme le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs ([PNGMDR](#)). Il faut aussi citer les enquêtes publiques, notamment au cours de l'instruction des dossiers relatifs à la création ou au démantèlement d'installations nucléaires, la [consultation du public](#) sur les projets de décision ayant une incidence sur l'environnement ou encore la mise à disposition, par un exploitant d'installation nucléaire de base (INB), de son dossier portant sur une modification de son installation susceptible de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets dans l'environnement de l'installation.

1.1.5 Le principe de justification

Le principe de justification, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#), dispose que : « Une activité nucléaire ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes. »

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et des inconvénients associés peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque sanitaire. Pour les activités existantes, une réévaluation de la justification peut être lancée si l'état des connaissances et des techniques le justifie.

1.1.6 Le principe d'optimisation

Le principe d'optimisation, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#), dispose que : « Le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants [...], la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché. »

Ce principe, connu sous le nom de principe ALARA⁽¹⁾ (As Low As Reasonably Achievable), conduit par exemple à réduire, dans les autorisations de rejets, les quantités de radionucléides présents dans les effluents radioactifs issus des installations nucléaires, à imposer une surveillance des expositions au niveau des postes de travail dans le but de réduire ces expositions au strict nécessaire ou encore à veiller à ce que les expositions médicales résultant d'actes diagnostiques restent proches de niveaux de référence préalablement établis.

1. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable - au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre) est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection. Au cours des 30 dernières années, l'acceptation et la mise en œuvre du principe ALARA ont évolué de manière significative en Europe avec une implication forte de la Commission européenne qui a abouti, en 1991 à la création d'un réseau ALARA européen.

Les principes fondamentaux de sûreté

L'AIEA définit les dix principes suivants dans sa publication « *Principes fondamentaux de sûreté* »
Collection Normes de sûreté de l'AIEA – n° SF-1:

1. la responsabilité en matière de sûreté doit incomber à la personne ou à l'organisme responsable des installations et activités entraînant des risques radiologiques;
2. un cadre juridique et gouvernemental efficace pour la sûreté, y compris un organisme de réglementation indépendant, doit être établi et maintenu;
3. une capacité de direction et de gestion efficace de la sûreté doit être mise en place et maintenue dans les organismes qui s'occupent des risques radiologiques et dans les installations et activités qui entraînent de tels risques;
4. les installations et activités qui entraînent des risques radiologiques doivent être globalement utiles;
5. la protection doit être optimisée de façon à apporter le plus haut niveau de sûreté que l'on puisse raisonnablement atteindre;
6. les mesures de contrôle des risques radiologiques doivent protéger contre tout risque de dommage inacceptable;
7. les générations et l'environnement actuels et futurs doivent être protégés contre les risques radiologiques;
8. tout doit être concrètement mis en œuvre pour prévenir les accidents nucléaires ou radiologiques et en atténuer les conséquences;
9. des dispositions doivent être prises pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence en cas d'incidents nucléaires ou radiologiques;
10. les actions protectrices visant à réduire les risques radiologiques existants ou non réglementés doivent être justifiées et optimisées.

1.1.7 Le principe de limitation

Le principe de limitation, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#) dispose que « [...] l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants [...] ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou dans le cadre d'une recherche mentionnée au 1° de l'article L. 1121-1. »

Les expositions induites par les activités nucléaires pour la population générale ou les travailleurs font l'objet de limites strictes. Celles-ci comportent des marges de sécurité importantes pour prévenir l'apparition des [effets déterministes](#); elles ont également pour but de réduire, au niveau le plus bas possible, l'apparition des effets probabilistes à long terme.

Le dépassement de ces limites traduit une situation anormale, qui peut d'ailleurs donner lieu à des sanctions administratives ou pénales.

Dans le cas des expositions médicales des patients, aucune limite stricte de dose n'est fixée dans la mesure où cette exposition à caractère volontaire doit être justifiée par le bénéfice attendu en termes de santé pour la personne exposée.

1.1.8 Le principe de prévention

Pour anticiper toute atteinte à l'environnement, le principe de prévention, défini à l'[article 3 de la Charte de l'environnement](#), prévoit la mise en œuvre de règles et d'actions qui doivent tenir compte des « *meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable* ».

Dans le domaine nucléaire, ce principe se décline par le concept de défense en profondeur présenté ci-après.

1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté

Les principes et démarches de la sûreté présentés ci-après ont été mis en place progressivement et intègrent le retour d'expérience des accidents. La sûreté n'est jamais définitivement acquise. Malgré les précautions prises pour la conception, la construction et le fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu. Il faut donc avoir la volonté de progresser et mettre en place une démarche d'amélioration continue pour réduire les risques.

1.2.1 La culture de sûreté

La culture de sûreté est définie par l'[INSAG](#) (*International Nuclear Safety Advisory Group*), groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire placé auprès du directeur général de l'AIEA, comme l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organismes et chez les individus, font que les questions relatives à la sûreté des installations nucléaires bénéficient, en priorité, de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance.

La culture de sûreté traduit donc la façon dont l'organisation et les individus remplissent leurs rôles et assument leurs responsabilités vis-à-vis de la sûreté. Elle constitue un des fondements indispensables au maintien et à l'amélioration de la sûreté. Elle engage les organismes et chaque individu à prêter une attention particulière et appropriée à la sûreté. Elle doit s'exprimer au niveau individuel par une approche rigoureuse et prudente et une attitude interrogative qui permettent à la fois le partage du respect des règles et l'initiative. Elle trouve une déclinaison opérationnelle dans les décisions et les actions quotidiennes liées aux activités.

1.2.2 Le concept de défense en profondeur

Le principal moyen de prévenir les accidents et de limiter leurs conséquences éventuelles est la « défense en profondeur ». Elle consiste à mettre en œuvre des dispositions matérielles ou organisationnelles (parfois appelées « lignes de défense ») organisées en niveaux consécutifs et indépendants et capables de s'opposer au développement d'un accident. En cas de défaillance d'un niveau de protection, le niveau suivant prend le relais.

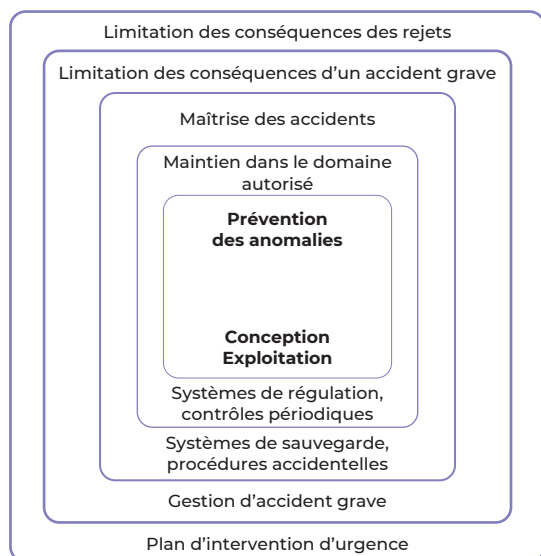
Un élément important pour l'indépendance des niveaux de défense est la mise en œuvre de technologies de natures différentes (systèmes « diversifiés »).

La conception d'une installation nucléaire est fondée sur une démarche de défense en profondeur. Par exemple, pour les réacteurs nucléaires, on définit les cinq niveaux suivants :

• Premier niveau : prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes

Il s'agit en premier lieu de concevoir et de réaliser l'installation de manière robuste et prudente, en intégrant des marges de sûreté et en prévoyant une résistance à l'égard de ses propres défaillances ou des agressions. Cela implique de mener une étude aussi complète que possible des conditions de fonctionnement normal, pour déterminer les contraintes les plus sévères auxquelles les

Les cinq niveaux de la défense en profondeur



systèmes seront soumis. Un premier dimensionnement de l'installation intégrant des marges de sûreté peut alors être établi. L'installation doit ensuite être maintenue dans un état au moins équivalent à celui prévu à sa conception par une maintenance adéquate. L'installation doit être exploitée de manière éclairée et prudente.

• Deuxième niveau : maintien de l'installation dans le domaine autorisé

Il s'agit de concevoir, d'installer et de faire fonctionner des systèmes de régulation et de limitation qui maintiennent l'installation dans un domaine très éloigné des limites de sûreté. Par exemple, si la température d'un circuit augmente, un système de refroidissement se met en route avant que la température n'atteigne la limite autorisée. La surveillance du bon état des matériels et du bon fonctionnement des systèmes fait partie de ce niveau de défense.

• Troisième niveau : maîtrise des accidents sans fusion du cœur

Il s'agit ici de postuler que certains accidents, choisis pour leur caractère « enveloppe », c'est-à-dire les plus pénalisants d'une même famille, peuvent se produire et de dimensionner des systèmes de sauvegarde permettant d'y faire face.

Ces accidents sont, en général, étudiés avec des hypothèses pessimistes, c'est-à-dire en supposant que les différents paramètres gouvernant l'accident sont les plus défavorables possible. En outre, on applique le critère de défaillance unique, c'est-à-dire que, dans la situation accidentelle, on postule en plus de l'accident la défaillance la plus défavorable de l'un des composants qui servent à gérer cette situation. Cela conduit à ce que les systèmes intervenant en cas d'accident (systèmes dits de sauvegarde, assurant l'arrêt d'urgence, l'injection d'eau de refroidissement dans le réacteur...) soient constitués d'au moins deux voies redondantes et indépendantes.

• Quatrième niveau : maîtrise des accidents avec fusion du cœur

Ces accidents ont été étudiés à la suite de l'accident de Three Mile Island (1979) et sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs tels que l'EPR. Il s'agit soit d'exclure ces accidents, soit de concevoir des systèmes permettant d'y faire face.

• Cinquième niveau : limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets importants

Il s'agit là de la mise en œuvre de mesures prévues dans les [plans d'urgence](#) incluant des mesures de protection des populations : mise à l'abri, ingestion de comprimés d'iode stable pour saturer la thyroïde avant qu'elle puisse fixer l'iode radioactif rejeté, évacuation, restrictions de consommation d'eau ou de produits agricoles...

1.2.3 L'interposition de barrières

Pour limiter le risque de rejets, plusieurs barrières sont interposées entre les substances radioactives et l'environnement. Ces barrières doivent être conçues avec un haut degré de fiabilité et bénéficier d'une surveillance permettant d'en détecter les éventuelles faiblesses avant une défaillance. Pour les réacteurs à eau sous pression, ces barrières sont au nombre de trois : la gaine du combustible, l'enveloppe du circuit primaire et l'enceinte de confinement (voir chapitre 10).

1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste

Le fait de postuler la survenue de certains accidents et de vérifier que, grâce au fonctionnement prévu des matériels, les conséquences de ces accidents resteront limitées est une démarche dite déterministe. Cette démarche est simple à mettre en œuvre dans son principe et permet de concevoir une installation (en particulier de dimensionner ses systèmes) avec de bonnes marges de sûreté, en utilisant des cas dits « enveloppes ». La démarche déterministe ne permet cependant pas d'identifier quels sont les scénarios les plus probables car elle focalise l'attention sur des accidents étudiés avec des hypothèses pessimistes.

Il convient donc de compléter l'approche déterministe par une approche reflétant mieux les divers scénarios possibles d'accidents en fonction de leur probabilité d'occurrence, à savoir une approche probabiliste, utilisée dans les « analyses probabilistes de sûreté ».

Ainsi, pour les centrales nucléaires, les études probabilistes de sûreté (EPS) de niveau 1 consistent à construire, pour chaque événement (dit « déclencheur ») conduisant à l'activation d'un système de sauvegarde (troisième niveau de la défense en profondeur), des arbres d'événements, définis par les défaillances – ou le succès – des actions prévues par les procédures de conduite du réacteur et les défaillances – ou le bon fonctionnement – des matériels du réacteur. Grâce à des statistiques sur la fiabilité des systèmes et sur le taux de succès des actions (ce qui inclut donc des données de « fiabilité humaine »), la probabilité de chaque séquence est calculée. Les séquences similaires correspondant à un même événement déclencheur sont regroupées en familles, ce qui permet de déterminer la contribution de chaque famille à la probabilité de fusion du cœur du réacteur.

Les EPS, bien que limitées par les incertitudes sur les données de fiabilité et les approximations de modélisation de l'installation, prennent en compte un ensemble d'accidents plus large que les études déterministes et permettent de vérifier et éventuellement de compléter la conception résultant de l'approche déterministe. Elles doivent donc être un complément aux études déterministes, sans toutefois s'y substituer.

Les études déterministes et les analyses probabilistes constituent un élément essentiel de la démonstration de sûreté nucléaire, qui traite des défaillances internes d'équipements, des agressions internes et externes, ainsi que des cumuls plausibles entre ces événements.

Plus précisément, les défaillances internes correspondent à des dysfonctionnements, pannes ou endommagements d'équipements de l'installation, y compris résultant d'actions humaines inappropriées. Les agressions internes et externes correspondent quant à elles à des événements trouvant leur origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et pouvant remettre en cause la sûreté de l'installation.

Les défaillances internes incluent par exemple :

- la perte des alimentations électriques ou des moyens de refroidissement ;
- l'éjection d'une grappe de commande ;
- la rupture d'une tuyauterie du circuit primaire ou secondaire d'un réacteur nucléaire ;
- la défaillance de l'arrêt d'urgence du réacteur.

S'agissant des agressions internes, il est notamment nécessaire de prendre en considération :

- les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance de matériels tournants ;
- les défaillances d'équipements sous pression ;
- les collisions et chutes de charges ;
- les explosions ;
- les incendies ;
- les émissions de substances dangereuses ;
- les inondations trouvant leur origine dans le périmètre de l'installation ;
- les interférences électromagnétiques ;
- les actes de malveillance.

Enfin, les agressions externes comprennent notamment :

- les risques induits par les activités industrielles et les voies de communication, dont les explosions, les émissions de substances dangereuses et les chutes d'aéronefs ;
- le séisme ;
- la foudre et les interférences électromagnétiques ;
- les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ;
- les incendies ;
- les inondations trouvant leur origine à l'extérieur du périmètre de l'installation ;
- les actes de malveillance.

1.2.5 Le retour d'expérience

Le retour d'expérience ([REX](#)), qui participe à la défense en profondeur, est l'un des outils essentiels du management de la sûreté. Il repose sur une démarche organisée et systématique de recueil et d'exploitation des signaux que donne un système. Il doit permettre de partager l'expérience acquise pour un apprentissage organisationnel (soit la mise en œuvre, dans une structure apprenante, de dispositifs de prévention s'appuyant sur l'expérience passée). Le premier objectif du REX est de comprendre et, ainsi, progresser sur la connaissance technologique et la connaissance des pratiques réelles d'exploitation, pour, lorsque cela est pertinent, réinterroger la conception (technique et documentaire). L'enjeu du REX étant collectif, le deuxième objectif est de partager la connaissance qui en est issue à travers la date de détection et l'enregistrement de l'écart, de ses enseignements et de son traitement. Le troisième objectif du REX est d'agir sur les organisations et les processus de travail, les pratiques de travail (individuelles et collectives) et la performance du système technique.

Le REX englobe donc les événements, incidents et accidents qui se produisent en France et à l'étranger dès lors qu'il est pertinent de les prendre en compte pour renforcer la sûreté nucléaire ou la radioprotection.

1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

• L'importance des FSOH pour la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement est déterminante lors de la conception, de la construction, de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations ainsi que lors du transport de substances radioactives. De même, la façon dont les hommes et les organisations gèrent les écarts à la réglementation, aux référentiels et aux règles de l'art, ainsi que les enseignements qu'ils en tirent, est déterminante. Par conséquent, tous les intervenants, quels que soient leur positionnement hiérarchique et leur fonction, contribuent à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement, du fait de leurs capacités à s'adapter, à détecter et à corriger des défauts, à redresser des situations dégradées et à pallier certaines difficultés d'application des procédures.

L'ASN définit les [FSOH](#) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité de travail des intervenants. Les éléments considérés relèvent de l'individu (acquis de formation, fatigue ou stress...) et de l'organisation du travail dans laquelle il s'inscrit (liens fonctionnels et hiérarchiques, co-activités...), des dispositifs techniques (outils, logiciels...) et, plus largement, de l'environnement de travail, avec lesquels l'individu interagit.

L'environnement de travail concerne, par exemple, l'ambiance thermique, sonore ou lumineuse du poste de travail ainsi que l'accessibilité des locaux.

La variabilité des caractéristiques des intervenants (la vigilance qui diffère en fonction du moment de la journée, le niveau d'expertise qui varie selon l'ancienneté au poste) et des situations rencontrées (une panne imprévue, des tensions sociales) explique que ces intervenants aient perpétuellement à adapter leurs modes opératoires pour réaliser leur travail de manière performante. Cet objectif doit être atteint à un coût acceptable pour les intervenants (en matière de fatigue, de stress) et leur apporter des bénéfices (le sentiment du travail bien fait, la reconnaissance par les pairs et la hiérarchie, le développement de nouvelles compétences). Ainsi, une situation d'exploitation ou une tâche obtenue au prix d'un coût très élevé pour les intervenants est une source de risques : une petite variation du contexte de travail, de l'environnement humain ou de l'organisation du travail peut empêcher les intervenants d'accomplir leurs tâches conformément à ce qui est attendu.

• L'intégration des FSOH

L'ASN considère que les FSOH doivent être pris en compte de manière adaptée aux enjeux de sûreté des installations et de radioprotection des travailleurs lors :

- de la conception d'une nouvelle installation, d'un matériel, d'un logiciel, d'un colis de transport ou de la modification d'une installation existante. En particulier, l'ASN attend que la conception soit centrée sur l'opérateur humain, à travers un processus itératif comprenant une phase d'analyse, une phase de conception et une phase d'évaluation. Ainsi, la [décision de l'ASN du 13 février 2014](#) relative aux modifications matérielles des INB prévoit que « la conception de la modification matérielle envisagée tient compte des interactions, lors de sa mise en œuvre et son exploitation entre, d'une part, le matériel modifié ou nouvellement installé, d'autre part, l'utilisateur et ses besoins » ;
- des opérations ou des activités effectuées par des intervenants lors de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations nucléaires ainsi qu'au moment des transports de substances radioactives.

En outre, l'ASN considère que les exploitants doivent analyser les causes profondes (souvent organisationnelles) des événements significatifs et identifier, mettre en œuvre et évaluer l'efficacité des actions correctives associées, cela dans la durée.

• Les exigences de l'ASN sur les FSOH

L'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB prévoit que l'exploitant définit et met en œuvre un système de gestion intégré (SGI) permettant d'assurer que les exigences

relatives à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Le SGI précise les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes. C'est pourquoi l'ASN demande à l'exploitant de mettre en place un SGI qui permet le maintien et l'amélioration continue de la sûreté, à travers, notamment, le développement d'une culture de sûreté.

2. Les acteurs

L'organisation du contrôle de la sûreté nucléaire en France répond aux exigences de la [Convention sur la sûreté nucléaire](#), dont l'article 7 impose que «chaque partie contractante établit et maintient en vigueur un cadre législatif et réglementaire pour régir la sûreté des installations nucléaires» et dont l'article 8 demande à chaque État membre qu'il «crée ou désigne un organisme de réglementation chargé de mettre en œuvre les dispositions législatives et réglementaires visées à l'article 7 et doté des pouvoirs, de la compétence et des ressources financières et humaines adéquats pour assumer les responsabilités qui lui sont assignées» et «... prend les mesures appropriées pour assurer une séparation effective des fonctions de l'organisme de réglementation et de celles de tout autre organisme ou organisation chargé de la promotion ou de l'utilisation de l'énergie nucléaire». Ces dispositions ont été confirmées par la [directive européenne 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009](#) relative à la sûreté nucléaire, dont les dispositions ont elles-mêmes été renforcées par la [directive modificative du 8 juillet 2014](#).

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection relève essentiellement de trois acteurs : le Parlement, le Gouvernement et l'ASN.

2.1 Le Parlement

Le Parlement intervient dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, notamment par le vote de la loi. Ainsi deux lois majeures ont été votées en 2006 : la [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite «loi TSN») et la [loi n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

En 2015, le Parlement a adopté la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite «loi TECV») qui comporte un titre entier consacré au nucléaire (titre VI intitulé «Renforcer la sûreté nucléaire et l'information des citoyens»). Cette loi permet de renforcer le cadre qui avait été mis en place en 2006.

En application des dispositions du code de l'environnement, l'ASN rend compte régulièrement de son activité au Parlement, plus particulièrement à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ([OPECST](#)) et aux commissions parlementaires concernées.

L'OPECST a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix à caractère scientifique ou technologique afin d'éclairer ses décisions ; à cette fin, il recueille des informations, met en œuvre des programmes d'études et procède à des évaluations. L'ASN rend compte régulièrement à l'OPECST de ses activités, notamment en lui présentant chaque année son [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#).

L'ASN rend également compte de son activité aux commissions parlementaires de l'Assemblée nationale et du Sénat, notamment

à l'occasion d'auditions par les commissions chargées de l'environnement ou des affaires économiques.

Les échanges entre l'ASN et les élus sont présentés de façon plus détaillée dans le chapitre 5.

2.2 Le Gouvernement

Le Gouvernement exerce le pouvoir réglementaire. Il est donc chargé d'édicter la réglementation générale relative à la sûreté nucléaire et la radioprotection. Le [code de l'environnement](#) le charge également de prendre les décisions majeures relatives aux INB, pour lesquelles il s'appuie sur des propositions ou des avis de l'ASN. Il dispose également d'instances consultatives comme le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)).

Le Gouvernement est par ailleurs responsable de la protection civile en cas de situation d'urgence.

2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Le ministre chargé de la sûreté nucléaire définit, après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, la réglementation générale applicable aux INB et celle relative à la fabrication et à l'exploitation des équipements sous pression (ESP) spécialement conçus pour ces installations.

Ce même ministre prend, également après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, les décisions individuelles majeures concernant :

- la conception, la construction, le fonctionnement et le démantèlement des INB ;
- la conception, la construction, le fonctionnement, la fermeture et le démantèlement ainsi que la surveillance des installations de stockage de déchets radioactifs.

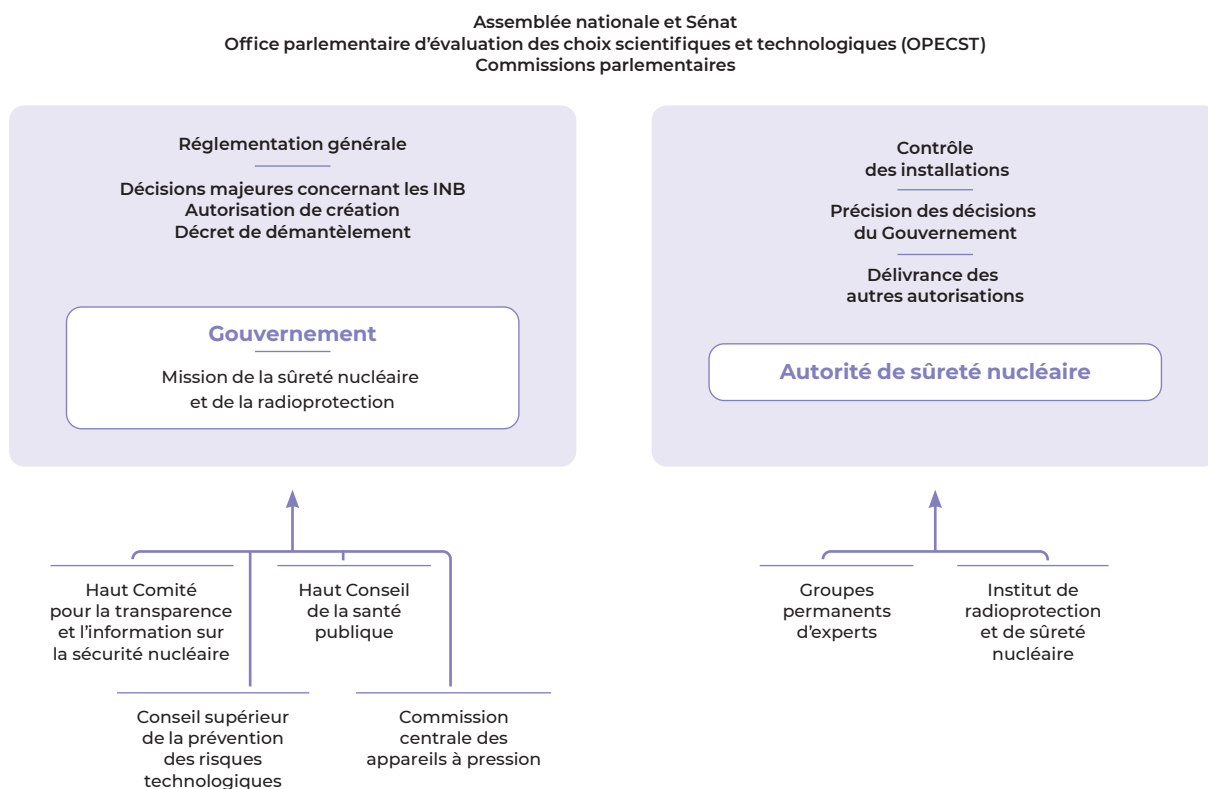
Si une installation présente des risques graves, le ministre précité peut, après avis de l'ASN, suspendre son fonctionnement.

Par ailleurs, le ministre chargé de la radioprotection définit, le cas échéant sur proposition de l'ASN, la réglementation générale concernant la radioprotection.

La réglementation de la radioprotection des travailleurs relève du ministre du Travail. Celle concernant la radioprotection des patients relève du ministre de la Santé.

Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection homologuent par un arrêté interministériel le [règlement intérieur de l'ASN](#). Chacun dans leur domaine, ils homologuent par ailleurs les décisions réglementaires à caractère technique de l'ASN et certaines décisions individuelles (à titre d'exemple fixant les limites de rejets des INB en fonctionnement, portant déclassement des INB...).

Le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France



• La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ([MSNR](#)), placée au sein de la Direction générale de la prévention des risques du ministère de la Transition écologique et solidaire, est notamment chargée de proposer, en liaison avec l'ASN, la politique du Gouvernement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, à l'exclusion des activités et installations intéressant la défense, et de protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.

• Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité

La sécurité nucléaire, au sens le plus strict (définition de l'AIEA, moins étendue que celle de l'[article L. 591-1 du code de l'environnement](#)) a pour objet la protection et le contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports. Elle vise à assurer la protection des populations et de l'environnement contre les conséquences des actes de malveillance, selon les dispositions prévues par le [code de la défense](#).

Cette responsabilité incombe au ministre de la Transition écologique et solidaire, qui dispose des services du HFDS et, plus particulièrement, de son département de la sécurité nucléaire. Le HFDS assure ainsi le rôle d'autorité de la sécurité nucléaire en élaborant la réglementation, en donnant les autorisations et en réalisant les inspections dans ce domaine, avec l'appui de l'IRSN.

Bien que les deux réglementations et les approches soient bien distinctes, les deux domaines, du fait de la spécificité du domaine nucléaire, sont étroitement liés. L'ASN et le HFDS entretiennent à cet effet des échanges réguliers.

2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

Les services déconcentrés de l'État français sont les services qui assurent le relais, sur le plan local, des décisions prises par l'administration centrale et qui gèrent les services de l'État au niveau local. Ces services sont placés sous l'autorité des préfets.

L'ASN entretient des relations étroites avec les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et la direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (Driea), les directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (Direccte) et les agences régionales de santé (ARS) qui, bien que n'étant pas à proprement parler des services déconcentrés mais des établissements publics, possèdent des pouvoirs équivalents.

Les préfets sont les représentants de l'État sur le territoire. Ils sont les garants de l'ordre public et jouent en particulier un rôle majeur en cas de crise, en étant responsables des mesures de protection des populations.

Le préfet intervient au cours de différentes procédures, notamment, il transmet au ministre son avis sur le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur à la suite de l'enquête publique sur les demandes d'autorisation.

À la demande de l'ASN, il saisit le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques pour avis sur les prélèvements d'eau, les rejets et les autres nuisances des INB.

2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire

L'ASN, créée par la loi TSN, est une autorité administrative indépendante qui participe au contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et des activités nucléaires mentionnées à l'[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#). Ses missions consistent à [réglementer](#), autoriser, [contrôler](#), appuyer les pouvoirs publics dans la [gestion des situations d'urgence](#) et contribuer à l'[information des publics](#) et à la transparence dans ses domaines de compétence.

L'ASN est dirigée par un [collège](#) composé de cinq commissaires, dont le président de l'ASN. Ils sont nommés pour 6 ans. Trois le

sont par le président de la République et un par le président de chaque assemblée parlementaire. L'ASN dispose de [services](#) placés sous l'autorité de son président.

Sur le plan de l'expertise technique, elle s'appuie notamment sur les services de l'[IRSN](#) et les groupes permanents d'experts ([GPE](#)).

2.3.1 Les missions

• Réglementation

L'ASN est consultée sur les projets de décrets et d'arrêtés ministériels de nature réglementaire relatifs à la sécurité nucléaire au sens de l'[article L. 591-1 du code de l'environnement](#).

Elle peut prendre des [décisions réglementaires](#) à caractère technique pour compléter les modalités d'application des décrets et arrêtés pris en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, à l'exception de ceux ayant trait à la médecine du travail. Ces décisions sont soumises à l'homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire ou du ministre chargé de la radioprotection. Les arrêtés d'homologation et les décisions homologuées sont publiés au *Journal officiel*.

• Autorisation

L'ASN instruit les demandes d'autorisation de création ou de démantèlement des INB, rend des avis et fait des propositions au Gouvernement sur les décrets à prendre dans ces domaines. Elle autorise les modifications notables d'une INB. Elle définit les prescriptions applicables à ces installations en matière de prévention des risques, des pollutions et des nuisances. Elle autorise la mise en service de ces installations et en prononce le déclassement après l'achèvement de leur démantèlement.

Certaines de ces décisions sont soumises à homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire.

L'ASN délivre les autorisations, procède aux enregistrements et reçoit les déclarations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives. Les décisions et avis de l'ASN délibérés par son collège sont publiés dans son [Bulletin officiel](#) sur [asn.fr](#).

• Contrôle

L'ASN assure le [contrôle](#) du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection auxquelles sont soumises les INB, les ESP spécialement conçus pour ces installations et les transports de substances radioactives. Elle contrôle également les activités mentionnées à l'[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#) ainsi que les situations d'exposition aux rayonnements ionisants définies à l'[article L. 1333-3](#) du même code. L'ASN organise une veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national.

Elle désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire, les inspecteurs de la radioprotection et les inspecteurs assurant des missions d'inspection du travail.

Elle délivre les [agréments](#) et les habilitations requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, ainsi qu'en matière d'équipements sous pression nucléaires (ESPN).

L'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#), prise en application de la loi TECV, procède à un renforcement des moyens de contrôle et des pouvoirs de sanction de l'ASN et à un élargissement de ses compétences.

Les pouvoirs de contrôle, de police et de sanction de l'ASN ainsi renforcés auront pour effet d'améliorer l'efficacité du contrôle en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ces pouvoirs de police et de sanction sont étendus aux activités mises en œuvre hors du périmètre des INB et participant aux dispositions

techniques et d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de l'[article L. 595-2 du code de l'environnement](#), par l'exploitant, ses fournisseurs, prestataires ou sous-traitants et ce dans les mêmes conditions qu'au sein des installations elles-mêmes.

Les amendes administratives seront prononcées par la commission des sanctions afin de respecter le principe de séparation des fonctions d'instruction, d'accusation et de jugement prévu par le droit français comme par les conventions internationales dans le cadre du droit à un procès équitable. Le chapitre 3 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

• Situations d'urgence

L'ASN participe à la gestion des [situations d'urgence radiologique](#). Elle apporte son concours technique aux autorités compétentes pour l'élaboration des plans d'organisation des secours en tenant compte des risques résultant d'activités nucléaires.

Lorsque survient une telle situation d'urgence, l'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation conduites par l'exploitant. Elle assiste le Gouvernement pour toutes les questions de sa compétence et adresse ses recommandations sur les mesures à prendre sur le plan médical et sanitaire ou au titre de la sécurité civile. Elle informe le public de la situation, des éventuels rejets dans l'environnement et de leurs conséquences. Elle assure la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales en notifiant l'accident aux organisations internationales et aux pays étrangers.

Le chapitre 4 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

En cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire, et en application du [décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007](#) relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire, l'ASN peut procéder à une enquête technique.

• Information

L'ASN participe à l'information du public dans les domaines de sa compétence. Le chapitre 5 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

• Définition des orientations et suivi de la recherche

La qualité des décisions de l'ASN repose notamment sur une expertise technique robuste qui s'appuie elle-même sur les meilleures connaissances du moment. Dans ce domaine, l'ordonnance du 10 février 2016 précitée comporte des dispositions donnant compétence à l'ASN pour veiller à l'adaptation de la recherche publique aux besoins de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ([article L. 592-31-1 du code de l'environnement](#)).

Sur la base des travaux du [comité scientifique](#) (voir point 2.5.3.), l'ASN a émis depuis avril 2012 trois avis. Le [troisième avis](#) en date du 4 mai 2018 demandait que soient approfondis les sujets de recherche dans les domaines des agressions naturelles externes, du risque d'incendie dans les installations nucléaires de base, des matériaux de la gaine du combustible nucléaire pour les réacteurs à eau sous pression, de l'impact sanitaire des rayonnements ionisants et des conséquences socio-économiques d'un accident nucléaire.

L'ASN a diffusé l'information relative à la publication de ce troisième avis, via des courriers envoyés en 2019 à une cinquantaine de destinataires au niveau national (exploitants, administrations, organismes publics de recherche). L'ASN a ainsi pu nouer de multiples contacts avec les organismes publics de recherche dont les activités ont un lien direct avec les champs de connaissance sur lesquels elle a exprimé des besoins de renforcement. Cette démarche d'échange de l'ASN avec les organismes publics de recherche ainsi qu'avec les services administratifs de l'état en charge de la stratégie nationale de recherche se poursuit

pour permettre à l'ASN de faire connaître auprès de ces acteurs les domaines de recherche prioritaires dans lesquels elle exprime des attentes pour améliorer la sûreté et la radioprotection. La diffusion des avis de l'ASN sur la recherche et des actions de l'ASN en termes d'orientation se met en place également au niveau international. Des contacts ont été pris avec plusieurs autorités de sûreté européennes impliquées dans la recherche et les avis de recherche de l'ASN seront diffusés à l'international en 2020.

L'[accident de Fukushima](#) (Japon) a mis en exergue la nécessité d'approfondir les recherches en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Un appel à projets (AAP) dans ces domaines a par conséquent été lancé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre des [investissements d'avenir](#). L'ASN participe au comité de pilotage de cet AAP, qui a permis la réalisation de 23 projets entre 2013 et 2018. Des séminaires finaux sont prévus pour certains projets en fin d'année 2019 et au cours de l'année 2020.

2.3.2 L'organisation

• Le collège de l'ASN

Le [collège de l'ASN](#) est composé de cinq commissaires exerçant leurs fonctions à plein temps. Leur mandat est d'une durée de 6 ans et il n'est pas renouvelable. Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instruction ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution. Le président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Le collège définit la [stratégie de l'ASN](#). Il intervient plus particulièrement dans la définition des politiques générales, c'est-à-dire des doctrines et principes d'actions de l'ASN dans ses missions essentielles, notamment la réglementation, le contrôle, la transparence, la gestion des situations d'urgence et les relations internationales.

En application du code de l'environnement, le collège rend les avis de l'ASN au Gouvernement et prend les [principales décisions de l'ASN](#). Il prend publiquement position sur des sujets majeurs qui relèvent de la compétence de l'ASN. Il adopte le [règlement intérieur de l'ASN](#), qui fixe les règles relatives à son organisation et à son fonctionnement ainsi que des règles de déontologie. Les décisions et avis du collège sont publiés au [Bulletin officiel](#) de l'ASN.

En 2019, le collège de l'ASN s'est réuni 72 fois. Il a rendu 25 avis et pris 24 décisions.

• Les services centraux de l'ASN

Les [services centraux](#) de l'ASN sont composés d'un comité exécutif, d'un secrétariat général, d'une mission chargée de l'expertise et de l'animation, d'une mission soutien au contrôle et de neuf directions organisées selon une répartition thématique.

Sous l'autorité du directeur général de l'ASN, le comité exécutif organise et dirige les services au quotidien. Il veille à la mise en œuvre des orientations fixées par le collège et à l'efficacité des actions de l'ASN. Il s'assure du pilotage et d'une bonne coordination entre les entités.

Les directions ont pour rôle de gérer les affaires nationales concernant les activités dont elles ont la responsabilité ; elles participent à l'établissement de la réglementation générale et coordonnent et animent l'action des divisions de l'ASN :

- La Direction des centrales nucléaires (DCN) est chargée de contrôler la sûreté des centrales nucléaires en exploitation, ainsi que la sûreté des projets de futurs réacteurs électrogènes. Elle contribue aux réflexions sur les stratégies de contrôle et aux actions de l'ASN sur des sujets tels que le vieillissement des installations, la durée de fonctionnement des réacteurs,

l'évaluation des performances de sûreté des centrales ou encore l'harmonisation de la sûreté nucléaire en Europe. La DCN est composée de six bureaux : « agressions et réexamens de sûreté », « suivi des matériels et des systèmes », « exploitation », « cœur et études », « radioprotection environnement et inspection du travail » et « réglementation et nouvelles installations ».

- La Direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) est chargée de contrôler la sûreté dans le domaine des équipements sous pression installés dans les INB. Elle contrôle la conception, la fabrication et l'exploitation des ESPN et l'application de la réglementation chez les fabricants et leurs sous-traitants et chez les exploitants nucléaires. Elle surveille également les organismes habilités qui réalisent des contrôles réglementaires sur ces équipements. La DEP est composée de quatre bureaux : « conception », « fabrication », « suivi en service » et « relations avec les divisions et interventions ».
- La Direction du transport et des sources (DTS) est chargée de contrôler les activités relatives aux sources de rayonnements ionisants dans le secteur non médical et au transport des substances radioactives. Elle contribue à élaborer la réglementation technique, à contrôler son application et à conduire les procédures d'autorisation (installations et appareils émettant des rayonnements ionisants du secteur non médical, fournisseurs de sources médicales et non médicales, agréments de colis et d'organismes). Elle a pris en charge le contrôle de la sécurité des sources radioactives. La DTS est composée de deux bureaux : « contrôle des transports » et « radioprotection et sources » et d'une mission « sécurité des sources ».
- La Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle (DRC) est chargée de contrôler les installations nucléaires du cycle du combustible, les installations de recherche, les installations nucléaires en démantèlement, les sites pollués et la gestion des déchets radioactifs. Elle participe au contrôle du laboratoire souterrain de recherche (Meuse / Haute-Marne) ainsi que des installations de recherche relevant de conventions internationales, comme le Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) ou le projet de réacteur ITER. La DRC est composée de cinq bureaux : « gestion des déchets radioactifs », « suivi des laboratoire-usine-déchets-démantèlement et des installations de recherche », « suivi des installations du cycle du combustible », « gestion du démantèlement des réacteurs et de l'amont du cycle » et « gestion du démantèlement de l'aval du cycle et des situations héritées ».
- La Direction des rayonnements ionisants et de la santé (DIS) est chargée du contrôle des applications médicales des rayonnements ionisants et organise, en concertation avec l'IRSN et les différentes agences sanitaires, la veille scientifique, sanitaire et médicale concernant les effets des rayonnements ionisants sur la santé. Elle contribue à l'élaboration de la réglementation dans le domaine de la radioprotection, y compris vis-à-vis des rayonnements ionisants d'origine naturelle, et à la mise à jour des actions de protection de la santé en cas d'événement nucléaire ou radiologique. La DIS est composée de deux bureaux : « expositions en milieu médical » et « expositions des travailleurs et de la population ».
- La Direction de l'environnement et des situations d'urgence (DEU) est chargée du contrôle de la protection de l'environnement et de la gestion des situations d'urgence. Elle définit la politique de surveillance radiologique du territoire et d'information du public et contribue à garantir que les rejets des INB soient aussi faibles que raisonnablement possible, notamment par l'établissement des réglementations générales. Elle contribue à définir le cadre de l'organisation des pouvoirs publics et des exploitants nucléaires dans la gestion des situations d'urgence. La DEU est composée de deux bureaux : « sécurité et préparation aux situations d'urgence » et « environnement et prévention des nuisances ».

Le collège



De gauche à droite : Bernard Doroszczuk, Philippe Chaumet-Riffaud, Lydie Évrard, Sylvie Cadet-Mercier et Jean-Luc Lachaume

- La Direction des affaires juridiques (DAJ) exerce une fonction de conseil, d'expertise et d'assistance en matière juridique. Elle apporte son appui aux directions métiers et aux divisions territoriales dans l'élaboration de la production normative de l'ASN et analyse les conséquences des nouveaux textes et des nouvelles réformes sur les actions de l'ASN. Elle participe à l'élaboration de la doctrine de l'ASN en matière d'action de coercition et de sanction. Elle assure la défense des intérêts de l'ASN devant les juridictions administratives et judiciaires, en lien avec les entités concernées. Elle participe à la formation juridique des agents et à l'animation des comités de pilotage relatifs à la réglementation.
- La Direction de l'information, de la communication et des usages numériques (DIN) met en œuvre la politique d'information et de communication de l'ASN dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle coordonne les actions de communication et d'information de l'ASN à destination de ses différents publics en traitant notamment les demandes d'information et de documentation, en faisant connaître les prises de position de l'ASN et en expliquant la réglementation. Elle a la responsabilité de l'infrastructure informatique, de la conduite de la transformation numérique et du développement des services numériques pour les assujettis et les publics de l'ASN. La DIN est composée de deux bureaux : « communication et information » et « informatique et usages numériques ».
- La Direction des relations internationales (DRI) coordonne l'action internationale de l'ASN aux plans bilatéral, européen, et multilatéral, que ce soit dans un cadre formel ou informel. Elle développe les échanges avec les homologues étrangers de l'ASN pour faire connaître et expliquer l'approche et les pratiques françaises en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et approfondir sa connaissance de leurs pratiques. Elle fournit aux pays concernés les informations utiles sur la sûreté des installations nucléaires françaises, notamment celles d'entre elles qui se situent à proximité des frontières. La DRI coordonne la représentation de l'ASN dans les structures de coopération établies au titre des accords ou arrangements bilatéraux, mais également au sein des instances internationales formelles comme l'Union européenne (ENSREG, *European Nuclear Safety Regulators Group* – dont elle assure la présidence), l'AIEA ou bien encore l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE. Elle assure une coordination similaire dans les structures informelles établies sous forme d'associations (par exemple : WENRA, *Western European Nuclear Regulators Association*, INRA, *International Nuclear Regulators Association*, HERCA, *Heads of European Radiation Control Authorities*) ou

Le comité exécutif



De gauche à droite : Daniel Delalande, Bastien Poubeau, Olivier Gupta, Christophe Quintin, Anne-Cécile Rigail et Julien Collet

- de groupes de coopération au titre d'initiatives étatiques multilatérales (par exemple : NSSG, *Nuclear Safety and Security Working Group*, au titre du G7).
- Le Secrétariat général (SG) contribue à doter l'ASN des moyens suffisants, adaptés et pérennes, nécessaires à son bon fonctionnement. Il est chargé de la gestion des ressources humaines, y compris en matière de compétences, et du développement du dialogue social. Il est également responsable de la politique immobilière et des moyens logistiques et matériels de l'ASN. Responsable de la mise en œuvre de la politique budgétaire de l'ASN, il veille à optimiser l'utilisation des moyens financiers. Le SG est composé de trois bureaux : « ressources humaines », « budget et finances » et « logistique et immobilier ».
- La Mission expertise et animation (MEA) met à disposition de l'ASN des capacités d'expertise de haut niveau. Elle s'assure de la cohérence des actions par la démarche qualité de l'ASN et par l'animation et la coordination des équipes. La MEA est composée de six personnes en charge de l'expertise, la recherche, la qualité et de la relation avec l'IRSN. La MEA est en charge de l'animation du réseau recherche et du réseau qualité de l'ASN.
- La Mission soutien au contrôle (MSC) s'assure que les contrôles réalisés par l'ASN sont conduits de manière pertinente, homogène, efficace et conformément aux valeurs de l'ASN. À cette fin, elle anime notamment les processus d'établissement et de suivi du programme d'inspection de l'ASN de contrôle des organismes agréés des services.

• Les divisions territoriales de l'ASN

L'ASN bénéficie depuis de longues années d'une [organisation régionale](#) fondée sur ses onze divisions territoriales. Ces divisions exercent leurs activités sous l'autorité de délégués territoriaux. Le directeur de la Dreal ou de la Driee compétent sur le lieu d'implantation de la division considérée assure cette responsabilité de délégué. Il est mis à disposition de l'ASN pour l'accomplissement de cette mission. Une délégation du président de l'ASN lui confère la compétence pour signer les décisions du niveau local.

Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle direct des INB, des transports de substances radioactives et des activités du nucléaire de proximité et instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires implantées sur leur territoire. Elles sont organisées en pôles, au nombre de deux à quatre en fonction des activités à contrôler sur leur territoire.

Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet, responsable de la protection des populations, et éventuellement le préfet de zone de défense, et assurent une surveillance des

Les membres du comité de direction



De gauche à droite : Julien Husse, Christophe Kassiotis, Carole Rousse, Fabien Féron, Céline Acharian, Brigitte Rouède, Olivier Rivière, Rémy Catteau, Corinne Silvestri, Olivia Lahaye et Adeline Clos (absent : Luc Chania)

opérations de mise en sûreté de l'installation sur le site. Dans le cadre de la préparation de ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions contribuent à la mission d'information du public de l'ASN. Elles participent par exemple aux réunions des commissions locales d'information (CLI) et entretiennent des relations suivies avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

2.3.3 Le fonctionnement

• Les ressources humaines

L'effectif global de l'ASN s'élève au 31 décembre 2019 à 521 personnes, réparties entre les services centraux (288 agents), les divisions territoriales (230 agents) et divers organismes internationaux (3 agents).

Cet effectif se décompose de la manière suivante :

- 437 agents fonctionnaires ou agents contractuels ;
- 84 agents mis à disposition par des établissements publics (Andra, Assistance publique – Hôpitaux de Paris, CEA, IRSN, Service départemental d'incendie et de secours).

L'ASN met en œuvre une [politique de recrutement](#) diversifié avec l'objectif de disposer de ressources humaines suffisantes en nombre, qualifiées et complémentaires, nécessaires à ses missions.

• La gestion des compétences

La compétence est l'une des quatre valeurs fondamentales de l'ASN. Le compagnonnage, la formation initiale et continue, qu'elle soit générale liée aux techniques du nucléaire, au domaine de la communication ou juridique, ainsi que la pratique au quotidien, sont des éléments essentiels du professionnalisme des agents de l'ASN.

La gestion de la compétence des agents de l'ASN est fondée notamment sur un cursus de formations techniques habilitantes défini pour chaque agent en application d'un référentiel de formation métier intégrant des conditions d'expérience minimales.

En application des dispositions des [articles L. 592-22 et L. 592-23 du code de l'environnement](#) qui disposent notamment que « L'[ASN] désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire [...] et de la radioprotection » et du [décret n° 2007-831 du 11 mai 2007](#) fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire qui dispose que les « inspecteurs de la sûreté nucléaire et les agents chargés du contrôle des équipements sous pression nucléaires [...] sont choisis en fonction de leur expérience professionnelle et de leurs connaissances juridiques et

Les chefs de divisions



De gauche à droite et de bas en haut : Rémy Zmyslony, Marc Champion, Émilie Jambu, Aubert Le Brozec, Pierre Bois, Vincent Bogard et Adrien Manchon (absents : Hermine Durand, Caroline Coutout, Jean-Michel Féat et Alexandre Houlié)

techniques», l'ASN a mis en place un processus formalisé conduisant à habilitier certains de ses agents pour effectuer ses inspections et, le cas échéant, exercer des missions de police judiciaire. L'ASN exerce également la mission d'inspection du travail dans les centrales nucléaires, en application de l'[article R. 8111-11 du code du travail](#). La décision d'habilitation que prend alors l'ASN repose, pour chacun des inspecteurs qu'elle habilité, sur l'adéquation entre les compétences qu'il a acquises, à l'ASN et en dehors, et celles prévues dans le référentiel métier.

Par ailleurs, et afin de reconnaître les compétences et expériences de ses inspecteurs, l'ASN a mis en place un processus lui permettant de désigner, parmi ses inspecteurs, les inspecteurs confirmés à qui elle peut confier des inspections plus complexes ou à plus forts enjeux. Au 31 décembre 2019, l'ASN compte 321 inspecteurs de la sûreté nucléaire ou de la radioprotection ayant au moins une habilitation, soit près de 61 % des 521 agents de l'ASN.

En 2019, près de 3 800 jours de formation ont été dispensés aux agents de l'ASN au cours de 230 sessions de 133 stages différents.

Un comité de la formation a été mis en place en 2019 avec pour mission d'arrêter des préconisations en matière de formation tant sur les modalités, les outils pédagogiques que sur leur adaptation en cohérence avec les nouveaux objectifs stratégiques fixés dans le cadre du [plan stratégique pluriannuel](#).

• Le dialogue social

L'ASN, en tant qu'administration de l'État, dispose de trois instances de dialogue social :

- le comité technique de proximité (CTP), compétent pour toute question relative à l'organisation et au fonctionnement des services, aux effectifs et aux aspects budgétaires ;
- la commission consultative paritaire (CCP), compétente pour toute question individuelle ou collective concernant les agents contractuels en poste à l'ASN ;
- le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) compétent pour toute question relative à la santé et à la sécurité au travail des agents de l'ASN.

Ces trois instances permettent des échanges internes riches et réguliers sur tous les sujets touchant de son organisation, à son fonctionnement et à l'environnement de travail de ses personnels.

Au cours de l'année 2019, le CTP de l'ASN s'est réuni à trois reprises pour aborder différents sujets : la nouvelle charte informatique, la mise en place des enquêtes administratives préalables, le bilan social, le bilan de la formation, le badgeage sur poste de travail ou encore l'exécution budgétaire. Le CTP a aussi été consulté sur le transfert du dossier Codirpa de la DIS vers la DEU,

Les délégués territoriaux



De gauche à droite : Annick Bonneville, Jérôme Goellner, Alice-Anne Médard, Jean-Pierre Lestoille, Corinne Tourasse, Hervé Vanlaer, Laurent Tapadinhas, Christophe Chassande et Olivier Morzelle (absente : Françoise Noars)

le transfert du suivi des organismes agréés de la MSC vers la DIS mais également lors de la réorganisation des services tels que la DIN ou MEA. Les réunions du CTP ont aussi été l'occasion de dresser le bilan de dispositifs tels que le télétravail ou la réorganisation des fonctions transverses.

Le CHSCT s'est quant à lui attaché à veiller à ce que soient pris en compte les aspects santé et sécurité au travail dans les importants chantiers précités. Il s'est réuni à trois reprises en 2019.

Les débats et les échanges avec les représentants du personnel ont également porté sur les thématiques suivantes :

- les actions portées par le CHSCT et notamment la lutte contre les agissements sexistes et les situations de violence au travail ;
- le bilan annuel de la situation générale de la santé, de la sécurité et des conditions de travail à l'ASN ;
- l'animation du réseau des assistants de prévention ainsi que les formations SST ;
- la visite par l'inspecteur santé/sécurité au travail des locaux du siège ;
- les visites de délégation du CHSCT au siège (DRC et DTS).

Par ailleurs, l'administration, en concertation avec les membres du CHSCT et en s'appuyant sur le réseau des assistants de prévention, a poursuivi son action visant à mieux prévenir les risques professionnels et a procédé à l'actualisation du document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP).

La CCP, compétente pour les agents contractuels, s'est réunie quant à elle deux fois en 2019. Les débats ont essentiellement porté sur les modalités de revalorisation salariale des agents contractuels à l'ASN ainsi que sur leurs projets d'évolution et de mobilité.

Il convient de signaler que dans le cadre des actions décidées en CCP, l'administration a organisé pour la deuxième année consécutive, en septembre 2019, une réunion rassemblant l'ensemble des agents contractuels de l'ASN.

• La déontologie

Les textes législatifs et réglementaires intervenus dans le domaine de la déontologie depuis la fin de l'année 2011 prévoient [plusieurs obligations](#), mises en œuvre à l'ASN de la manière suivante :

Obligations déclaratives :

- déclaration publique d'intérêts ([DPI](#)) prévue par l'article L. 1451-1 (issu de la loi n° 2011-2012 du 29 décembre 2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé) et les articles R. 1451-1 et suivants du code de la santé publique : la [décision du 4 juillet 2012 du président de l'ASN](#) soumet à DPI les membres du collège, du

comité de direction et du GP MED (Groupe permanent d'experts « radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants »). Les DPI ont été jusqu'à la mi-juillet 2017 publiées sur le site Internet de l'ASN. Désormais, les DPI font l'objet d'une déclaration sur le site unique de [télédéclaration](#). Elles sont au nombre de 63 ;

- déclarations d'intérêts et de situation patrimoniale auprès de la Haute Autorité pour la transparence de la vie publique ([HATVP](#)) résultant de la loi n° 2013-907 du 11 octobre 2013 relative à la transparence de la vie publique : les membres du collège effectuent leurs déclarations sur le site Internet de la HATVP. Il en va de même pour le directeur général (DG), les directeurs généraux adjoints, la secrétaire générale depuis le 15 février 2017 (modification de la loi du 13 octobre 2013 par la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 étendant les obligations déclaratives aux agents occupant ces fonctions) ;
- déclaration d'intérêts « Fonction publique » introduite par la loi n° 2016-483 du 20 avril 2016 à l'article 25 de la loi n° 83-634 du 13 juillet 1983 et régie par le décret n° 2016-1967 du 28 décembre 2016 (voir l'article 2-3° pour l'ASN) ;
- gestion par son directeur général de ses instruments financiers dans des conditions excluant tout droit de regard de sa part, en application de l'article 25 *quater* de la loi du 13 juillet 1983 et du décret n° 2017-547 du 13 avril 2017 : le DG de l'ASN a fourni des éléments de justification à la HATVP avant le 2 novembre 2017.

Le président de l'ASN avait désigné par décision du 6 novembre 2017 Henri Legrand, référent déontologue en application de l'article 28 *bis* de la loi du 13 juillet 1983 et du décret n° 2017-519 du 10 avril 2017 et qui avait joué un rôle majeur dans la mise en place du cadre déontologique de l'ASN. À la suite du décès de ce dernier, le président désignera prochainement un nouveau référent.

Des procédures de recueil des signalements émis par les agents de l'ASN souhaitant procéder à une alerte éthique interne en application de la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 et du décret n° 2017-564 du 19 avril 2017 ont également été mises en place.

L'ASN a également modifié son [règlement intérieur](#). Ce dernier comprend désormais deux annexes : la première contient les dispositions relatives à la déontologie des commissaires et des agents, la seconde contient les dispositions relatives à l'expertise externe réalisée à la demande de l'ASN, par exemple dans le cadre des Groupes permanents d'experts – voir *infra*.

Au-delà de la mise en œuvre des obligations rappelées ci-dessus, des actions de sensibilisation du personnel destinées à accroître la culture déontologique interne et à prévenir les conflits d'intérêts sont également prévues telles que la mise en ligne sur l'intranet de documents pratiques (par exemple : note d'information du 21 mars 2017 relative à la prévention des conflits d'intérêts et au rôle de la commission de déontologie de la fonction publique), ou une intervention récemment mise en place sur « Les règles déontologiques applicables aux agents de l'ASN » dans le cadre des sessions « Connaissance générale de l'ASN » organisées pour les nouveaux arrivants.

• Les moyens financiers

Les moyens financiers de l'ASN sont présentés au point 3.

Dans son [avis du 23 avril 2019](#), l'ASN considère que la création d'un programme budgétaire unique dédié au contrôle de la sûreté et de la radioprotection constitue la priorité actuelle afin :

- d'une part, de rendre plus lisible et plus visible à la fois aux parlementaires et aux publics l'ensemble des efforts consentis par l'État au profit du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, au moment où est réaffirmée l'importance de la filière nucléaire dans la politique énergétique ;

Cursus de formation d'inspecteur « sûreté nucléaire » qualification réacteur à eau sous pression (REP), laboratoires, usines, démantèlement et déchets (LUDD) et transverse



– d'autre part, de permettre à l'ASN de mieux piloter et d'optimiser la ressource dédiée aux expertises techniques dont elle est commanditaire, à l'instar de ce qui est pratiqué à l'étranger dans le domaine nucléaire, et en France pour ce qui concerne les risques industriels.

• Les outils de management de l'ASN

Les outils de management de l'ASN sont notamment évalués lors des missions de revue par les pairs (*Integrated Regulatory review Service – IRRS*), consacrées à l'analyse du système français de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (voir encadré ci-contre).

Le Plan stratégique pluriannuel

Le Plan stratégique pluriannuel ([PSP](#)), élaboré sous l'autorité du collège, développe les axes stratégiques de l'ASN à l'échelle pluriannuelle. Il est décliné chaque année dans un document d'orientation opérationnel fixant les priorités annuelles pour l'ASN, lui-même décliné par chaque entité dans un plan d'action annuel faisant l'objet d'un suivi périodique. Cette démarche à trois niveaux constitue un élément essentiel pour l'organisation et le pilotage de l'ASN.

Disponible sur [asn.fr](#), le [PSP pour la période 2018-2020](#) comprend les cinq axes stratégiques suivants :

- renforcer la mise en œuvre d'une approche graduée et efficiente de notre contrôle ;
- mieux piloter les instructions techniques ;
- renforcer l'efficacité de notre action de terrain ;
- consolider notre fonctionnement au profit du contrôle ;
- promouvoir l'approche française et européenne de sûreté à l'international.

Le management interne de l'ASN

Au sein de l'ASN, les lieux d'échanges, de coordination et de pilotage sont nombreux.

Ces instances, complétées par les nombreuses structures transverses existantes, permettent de renforcer la culture de sûreté de ses agents par le partage d'expériences et la définition de positions communes cohérentes.

Le système de management par la qualité

Pour garantir et améliorer la qualité et l'efficacité de son action, l'ASN définit et met en œuvre un système de management par la qualité inspiré des standards internationaux de l'[AIEA](#) et de

l'Organisation internationale de normalisation ([ISO](#), *International Standard Organisation*). Ce système est fondé sur :

- un manuel d'organisation regroupant des notes d'organisation et des procédures qui définissent des règles pour réaliser chacune des missions ;
- des audits internes et externes pour veiller à l'application rigoureuse des exigences du système ;
- l'écoute des parties prenantes ;
- des indicateurs de performance qui permettent de surveiller l'efficacité de l'action ;
- une revue périodique du système dans un effort d'amélioration continue.

La communication interne

Renforcer la culture et réaffirmer la spécificité de l'ASN, mobiliser tous les agents autour des axes stratégiques définis pour la réalisation de leurs missions, développer une dynamique collective forte : la communication interne de l'ASN s'attache, tout comme la gestion des ressources humaines, à favoriser le partage d'informations et d'expériences entre les équipes et les métiers.

2.4 Les instances consultatives et de concertation

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

La loi TSN a institué un Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)), instance d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires et l'impact de ces activités sur la santé des personnes, sur l'environnement et sur la sécurité nucléaire.

Le HCTISN peut émettre un avis sur toute question dans ces domaines ainsi que sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Il peut également se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire

et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence en matière nucléaire. Il peut être saisi par le Gouvernement, le Parlement, les CLI ou les exploitants d'installations nucléaires de toute question relative à l'information concernant la sécurité nucléaire et son contrôle.

Les activités du HCTISN en 2019 sont décrites au chapitre 5.

2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique

Le Haut Conseil de la santé publique ([HCSP](#)), créé par la [loi n°2004-806 du 9 août 2004](#) relative à la politique de santé publique, est une instance consultative à caractère scientifique et technique, placée auprès du ministre chargé de la santé.

Le HCSP contribue à la définition des objectifs pluriannuels de santé publique, évalue la réalisation des objectifs nationaux de santé publique et contribue à leur suivi annuel. Il fournit aux pouvoirs publics, en liaison avec les agences sanitaires, l'expertise nécessaire à la gestion des risques sanitaires ainsi qu'à la conception et à l'évaluation des politiques et stratégies de prévention et de sécurité sanitaire. Il fournit également des réflexions prospectives et des conseils sur les questions de santé publique.

2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques

La consultation sur les risques technologiques est organisée devant le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques ([CSPRT](#)), créé par l'[ordonnance n° 2010-418 du 27 avril 2010](#). Ce conseil comprend, aux côtés des représentants de l'État, des exploitants, des personnalités qualifiées et des représentants des associations travaillant dans le domaine de l'environnement. Le CSPRT, qui succède au Conseil supérieur des installations classées, a vu ses compétences élargies aux canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures et de produits chimiques, ainsi qu'aux INB.

Les audits internationaux de l'ASN – les missions IRRS

Les [missions IRRS](#) (*Integrated Regulatory Review Service*) de l'AIEA sont conçues pour améliorer et renforcer l'efficacité du cadre national réglementaire nucléaire, tout en reconnaissant la responsabilité finale de chaque État d'assurer la sûreté dans ce domaine. Ces missions prennent en compte les aspects réglementaires, techniques et stratégiques, réalisent des comparaisons aux [normes de sûreté](#) de l'AIEA et tiennent compte, le cas échéant, des bonnes pratiques constatées dans d'autres pays.

Ces audits s'inscrivent dans le cadre de la directive européenne sur la sûreté nucléaire prévoyant de recevoir une mission de revue par les pairs tous les dix ans.

Historique des missions en France

2006 : l'ASN a accueilli la première mission de revue IRRS portant sur l'ensemble des activités d'une autorité de sûreté.

2009 : mission de suivi IRRS.

2014 : nouvelle mission de revue étendue à la gestion des interfaces sûreté/sécurité.

2017 : mission de suivi en octobre aux fins d'évaluation des actions engagées à la suite de la revue réalisée fin 2014 avec les constats et recommandations suivants :

- mise en œuvre d'actions pour répondre à 14 des 16 recommandations ;

- réalisation de grands progrès dans l'amélioration de son système de gestion ;
- élaboration des principes de politique générale incluant des aspects de la culture de sécurité dans la formation, l'auto-évaluation et la gestion ;
- réalisation de gains d'efficacité sur l'ensemble des activités ;
- nécessité de poursuivre l'amélioration de la planification des ressources pour s'assurer qu'elles permettent de faire face aux défis futurs, notamment les examens périodiques de la sûreté, la prolongation de la durée de vie de centrales nucléaires, l'approche graduée aux enjeux et de nouvelles responsabilités, comme la supervision de la chaîne d'approvisionnement et la sécurité des sources radioactives.

Les rapports des missions IRRS de 2006, 2009, 2014 et 2017 sont consultables sur [asn.fr](#).

L'ASN considère que les missions IRRS apportent une plus-value significative au système international de sûreté et de radioprotection. L'ASN s'implique donc fortement dans l'accueil de missions en France, en étant la première autorité de sûreté à avoir accueilli deux missions IRRS complètes, incluant les missions de suivi. Elle s'implique, en outre, de manière forte dans les équipes de revue vers d'autres pays, comme ce fut le cas en 2019 en Allemagne et au Royaume-Uni.

Le CSPRT est obligatoirement saisi par le Gouvernement pour avis sur les arrêtés ministériels relatifs aux INB. Il peut également être saisi par l'ASN pour les décisions relatives aux INB.

Par décret du 28 décembre 2016, le champ de compétence du CSPRT s'est à nouveau élargi. Une sous-commission permanente chargée de préparer des avis du conseil dans le domaine des ESP se substitue à la Commission centrale des appareils à pression (CCAP). Cette sous-commission a compétence délibérative pour l'examen des décisions non réglementaires entrant dans ce domaine de compétence.

Elle regroupe des membres des diverses administrations concernées, des personnes désignées en raison de leurs compétences et des représentants des fabricants et des utilisateurs d'ESP et des organismes techniques et professionnels intéressés.

Elle est obligatoirement saisie par le Gouvernement et par l'ASN de toute question touchant aux arrêtés ministériels concernant les ESP. Elle reçoit également communication des dossiers d'accident concernant ces équipements.

2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

Les commissions locales d'information (CLI) auprès des installations nucléaires de base ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations du site ou des sites qui les concernent. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement.

Les CLI, dont la constitution incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement, des intérêts économiques et d'organisations syndicales de salariés représentatives et des professions médicales ainsi que des personnalités qualifiées.

Le statut des CLI a été défini par la loi TSN du 13 juin 2006 et par les [articles R. 125-50 et suivants du code de l'environnement](#). Il a été renforcé par la [loi TECV](#) de 2015.

Les missions et les activités des CLI sont décrites au chapitre 5.

L'[Anccli](#) a pour missions de représenter les CLI auprès des autorités nationales et européennes et d'apporter une assistance aux commissions pour les questions d'intérêt commun.

2.5 Les appuis techniques de l'ASN

L'ASN bénéficie de l'expertise d'appuis techniques pour préparer ses décisions. L'IRSN est le principal d'entre eux. L'ASN poursuit, par ailleurs, depuis plusieurs années, un effort de diversification de ses experts.

2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'[IRSN](#) a été créé par la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001 créant une agence française de sécurité sanitaire environnementale et par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002 dans le cadre de la réorganisation nationale du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection afin de rassembler les moyens publics d'expertise et de recherche dans ces domaines. Ces textes ont été

modifiés depuis, notamment par l'article 186 de la [loi TECV](#) et le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) relatif à l'IRSN.

L'IRSN est placé sous la tutelle des ministres chargés respectivement de l'environnement, de la défense, de l'énergie, de la recherche et de la santé.

L'[article L. 592-45 du code de l'environnement](#) précise que l'IRSN est un établissement public de l'État à caractère industriel et commercial qui exerce, à l'exclusion de toute responsabilité d'exploitant nucléaire, des missions d'expertise et de recherche dans le domaine de la sécurité nucléaire. L'IRSN contribue à l'information du public et publie les avis rendus sur saisine d'une autorité publique ou de l'ASN, en concertation avec celles-ci. Il organise la publicité des données scientifiques résultant des programmes de recherche dont il a l'initiative, à l'exclusion de ceux relevant de la défense.

Pour la réalisation de ses missions, l'ASN a recours à l'appui technique de l'IRSN. Le président de l'ASN étant désormais membre du conseil d'administration de l'IRSN, l'ASN contribue à l'orientation de la programmation stratégique de l'IRSN.

L'IRSN conduit et met en œuvre des programmes de recherche afin d'asseoir sa capacité d'expertise publique sur les connaissances scientifiques les plus avancées dans les domaines des risques nucléaires et radiologiques, tant à l'échelle nationale qu'internationale. Il est chargé d'une mission d'appui technique aux autorités publiques compétentes en sûreté, radioprotection et sécurité, aussi bien dans la sphère civile que dans celle de la défense.

L'IRSN assure également certaines missions de service public, notamment en matière de surveillance de l'environnement et des personnes exposées aux rayonnements ionisants.

L'IRSN assure la gestion de bases de données nationales (comptabilité nationale des matières nucléaires, fichier national d'inventaire des sources de rayonnements ionisants, fichier relatif au suivi de l'exposition des travailleurs soumis aux rayonnements ionisants...) et contribue ainsi à l'information du public sur les risques liés aux rayonnements ionisants.

• Les effectifs de l'IRSN

L'effectif global de l'IRSN au 31 décembre 2019 est de l'ordre de 1 700 agents, dont 427 se consacrent à l'appui technique de l'ASN.

• Le budget de l'IRSN

Le budget de l'IRSN est présenté au point 3.

Une convention quinquennale définit les principes et les modalités de l'appui technique fourni par l'Institut à l'ASN. Cette convention est précisée chaque année par un protocole qui recense les actions à réaliser par l'IRSN en appui à l'ASN.

• Loi TECV

Cette [loi du 17 août 2015](#) clarifie l'organisation du dispositif articulé autour de l'ASN et de l'IRSN :

- elle inscrit dans le [code de l'environnement](#) l'existence et les missions de l'IRSN au sein d'une nouvelle section 6 intitulée « L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire » du chapitre 2 relatif à « L'Autorité de sûreté nucléaire » du titre IX du livre V du code de l'environnement ;
- elle rappelle que l'ASN bénéficie de l'appui technique de l'IRSN en précisant que cet appui comprend des activités d'expertise « soutenues par des activités de recherche » ;
- elle précise les relations entre l'ASN et l'IRSN en indiquant que l'ASN « *oriente la programmation stratégique relative à cet appui technique* » et que le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'Institut ;
- elle prévoit enfin le principe de publication des avis de l'IRSN.

TABLEAU 1

Réunions et rencontres des groupes permanents d'experts en 2019

GPE	THÈME PRINCIPAL	DATE
GPR	Examen du dossier relatif au 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe • Réunion relative aux études d'accidents • Réunion relative aux agressions internes et externes • Réunion relative aux accidents graves (tous paliers concernés) • Réunion relative aux études probabilistes de sûreté	30 et 31 janvier 20 et 21 février 27 et 28 mars 11 et 12 juillet
GPR (GPESPN)	Examen du dossier relatif aux orientations du 4 ^e réexamen des réacteurs de 1300 MWe	22 mai
GPR	Examen du dossier relatif au retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs électronucléaires d'EDF et des réacteurs étrangers sur la période 2015-2017	5 juin
GPESPN	Examen du dossier présentant la démarche d'EDF de traitement des écarts des soudures des tuyauteries vapeur des circuits secondaires principaux du réacteur EPR	9 avril et 6 juin
GPESPN	Examen du dossier sur la tenue en service des coudes moulés en acier inoxydable austéno-ferritique du circuit primaire principal des réacteurs de 900 MWe, à l'exception des réacteurs de la centrale de Fessenheim, jusqu'à 20 ans après leur 4 ^e visite décennale	23 mai
GPESPN	Examen du dossier sur la mise à jour des dossiers de référence réglementaires dans le cadre de la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà des 4 ^e visites décennales	8 octobre
GPESPN	Examen du dossier sur la tenue en service des cuves de réacteurs de 900 MWe pendant la période de 10 ans suivant leur 4 ^e visite décennale	15 octobre
GPESPN	Réunion d'information sur les fonds primaires ségrégés	16 octobre
GPD	Réunion d'information (actualités Cigéo, retour sur le PNGMDR et sur les travaux du groupe de travail FA-VL)	5 juillet
GPD (ESK)	Rencontre avec l'ESK et visite du laboratoire souterrain de l'Andra	11 et 12 septembre
GPU	Examen du dossier relatif au réexamen périodique de la sûreté de l'INB 148 (Atalante)	19 juin
GPU	Examen du dossier relatif au réexamen périodique de la sûreté de l'INB 117 (suite des réunions tenues en novembre 2018)	2 et 3 juillet
GP MED-GPRADE	Réunion commune relative aux orientations retenues pour l'arrêté « conseiller en radioprotection » et saisine portant sur la mise à jour du guide national « Intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique »	12 février
GP MED	Examen des propositions de recommandations relatives à « l'amélioration de la radioprotection lors des procédures interventionnelles radioguidées dans les blocs opératoires »	28 mai
GP MED	Examen des recommandations relatives à « l'amélioration de la radioprotection lors des procédures interventionnelles radioguidées dans les blocs opératoires » et démarche d'évaluation des risques	1 ^{er} octobre
GPRADE	Présentation des recommandations du groupe de travail portant sur l'exposition professionnelle au radon, démarche d'évaluation des risques et présentation de sujets réglementaires	16 septembre
GPDEM	Examen du dossier de MAD/DEM et réexamen de la sûreté de l'INB 72 du CEA de Saclay	19 février
GPDEM	Réunion d'information sur la réglementation	21 juin

2.5.2 Les Groupes permanents d'experts

Pour préparer ses décisions, l'ASN s'appuie sur les avis et les recommandations de huit [GPE](#), compétents respectivement pour les domaines des déchets, du démantèlement, des ESPN, des réacteurs, des transports, des laboratoires et usines, de la radioprotection en milieu médical, de la radioprotection en milieu industriel et de la recherche et de l'environnement. Une distinction est faite entre l'expertise demandée à l'IRSN (voir point 2.5.1), et celle demandée aux GPE.

Les GPE donnent un avis, à la demande de l'ASN, sur certains dossiers techniques à forts enjeux en amont de la prise de décision.

L'ASN renouvelle tous les 4 ans la composition des GPE. Ils sont répartis selon leurs domaines de compétence :

- le Groupe permanent d'experts pour le démantèlement ([GPDEM](#)) créé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs ([GPR](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines ([GPU](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les déchets ([GPD](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour les transports ([GPT](#)) renouvelé en octobre 2018,

- le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires ([GPESPN](#)) renouvelé en octobre 2018,
- le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des travailleurs et du public pour les applications industrielles et de recherche, ainsi que pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle et en environnement ([GPRADE](#)) renouvelé en décembre 2016,
- le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des professionnels de santé, du public et des patients pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants ([GP MED](#)) renouvelé en décembre 2016.

Pour la majorité des sujets traités, les GPE étudient les rapports établis par l'IRSN, par un groupe de travail d'experts ou par l'une des directions de l'ASN. Les représentants des services de l'ASN ou des structures externes ayant réalisé l'expertise préalable à une réunion de GPE, présentent au groupe leurs conclusions. À l'issue de chaque consultation, le GPE consulté peut émettre un avis écrit, pouvant être assorti de recommandations, à destination du directeur général de l'ASN. Les éléments relatifs au dossier sont mis à la disposition des membres des GPE afin qu'ils se forment un avis éclairé et indépendant. Cette prise de recul est utile à la prise de décision.

En plus d'être consultés sur des dossiers soumis par un exploitant, les GPE jouent un rôle de garant de la doctrine en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et contribuent à son évolution. Ils peuvent être associés aux réflexions sur les évolutions de la réglementation, ou sur une thématique générale de sûreté nucléaire ou de radioprotection.

Les GPE sont composés d'experts nommés à titre individuel en raison de leur compétence et sont ouverts à la société civile. Leurs membres sont issus des milieux universitaires et associatifs et d'organismes d'expertise et de recherche. Ils peuvent également être des exploitants d'installations nucléaires ou appartenir à d'autres secteurs (industriel, médical...). La participation d'experts étrangers permet de diversifier les modes d'approche des problématiques et de bénéficier de l'expérience acquise au plan international.

En tant qu'instance d'expertise, les membres des GPE sont tenus de respecter les dispositions de la Charte de l'expertise externe élaborée à la demande de l'ASN, figurant à l'annexe 2 au règlement intérieur de l'ASN. Chaque membre des GPE établit une déclaration d'intérêt (celle-ci est rendue publique pour le cas particulier du GPDEM qui traite de questions relatives aux produits de santé, conformément à la charte de l'expertise sanitaire du 21 mai 2013 prévue à l'article L. 1452-2 du code de la santé publique).

Un nouveau [règlement intérieur](#) commun aux huit GPE a été approuvé en 2019. Les dispositions relatives à la prévention des conflits d'intérêts y ont été renforcées. En particulier, une organisation est définie pour identifier les liens et conflits d'intérêts et les gérer de manière appropriée.

Dans sa démarche de transparence en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'ASN rend publics depuis 2009 les lettres

de saisine des GPE, les avis rendus par les GPE ainsi que les positions prises par l'ASN sur la base de ces avis. L'IRSN publie de son côté les synthèses des rapports d'instruction technique qu'il présente aux GPE.

• GPDEM «démantèlement»

Présidé par Michèle Viala depuis le 12 novembre 2019, à la suite du décès d'Henri Legrand anciennement président du groupe, le [GPDEM](#) est composé de 33 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine du démantèlement des INB. Le GPDEM s'est réuni deux fois en 2019, dont une réunion était une réunion d'information sur la réglementation.

• GPD «déchets»

Présidé par Pierre Bérest, le [GPD](#) est composé de 38 experts nommés en raison de leur compétence dans les domaines nucléaire, géologique et minier. En 2019, il a tenu une réunion d'information. Une visite du laboratoire souterrain de l'Andra en Meuse/Haute-Marne a été organisée en septembre 2019 à l'occasion d'une réunion avec l'ESK, le groupe allemand homologué au GPD.

• GPESPN «équipements sous pression nucléaires»

Le [GPESPN](#) remplace depuis 2009 la section permanente nucléaire de la CCAP. Cette dernière a été remplacée à partir du 28 décembre 2016 par une sous-commission permanente du CSPRT (voir point 2.4.3). Présidé par Matthieu Schuler depuis le 6 octobre 2018, le GPESPN est composé de 29 experts, nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des ESP. En 2019, il a tenu six réunions plénières dont deux réunions d'information. La réunion relative à l'examen du dossier d'EDF sur le traitement des écarts des soudures des tuyauteries vapeur des circuits secondaires principaux du réacteur EPR a été ouverte au public.

Un nouveau groupe permanent de l'ASN : le Groupe permanent d'experts pour le démantèlement

Le Groupe permanent d'experts de l'ASN pour le démantèlement ([GPDEM](#)) a été créé par [décision n° 2018-046422 de l'ASN du 30 octobre 2018](#). En créant ce nouveau GPE, la volonté de l'ASN a été de répondre aux enjeux d'expertise nécessaires aujourd'hui à l'évaluation des dossiers de démantèlement des exploitants d'installations nucléaires de base ; en effet, à l'heure actuelle, plus du quart des INB (35 sur 125) sont à l'arrêt ou en instance de démantèlement.

L'ASN constate de très nombreux retards dans les projets de démantèlement. Les causes apparaissent multiples : difficultés techniques et organisationnelles, ressources humaines et financières allouées, etc. Or, la [loi TECV](#) impose depuis 2015 le «*démantèlement dans un délai aussi court que possible*» après l'arrêt de l'installation.

Une des spécificités de l'expertise des dossiers de démantèlement tient au fait que les [enjeux de sûreté](#) de ces installations sont différents de ceux des installations en fonctionnement. Ces enjeux portent à la fois sur les opérations elles-mêmes, parfois complexes, de reprise de déchets et de démontage, qui imposent parfois aux travailleurs d'intervenir au plus près des substances dangereuses, mais aussi sur leur avancement dans le temps. Le délai associé à la réduction du terme source est en effet une composante forte de la sûreté de ces installations, qui souvent ne correspondent pas aux standards actuels de sûreté. La robustesse de la stratégie et la capacité de l'exploitant à mener son

projet dans les délais sont donc des éléments importants de la sûreté des installations en démantèlement.

L'analyse de ces dossiers demande donc une expertise adaptée à leurs spécificités et les compétences des experts composant le GPDEM reflètent cette exigence. Par exemple, certains membres du GPDEM disposent des compétences spécifiques en pilotage de projet.

Les GPE, de par leur composition et leurs compétences, peuvent prendre le recul critique nécessaire dans le cadre de l'élaboration de leur avis afin d'éclairer la prise de décision de l'ASN sur les dossiers réglementaires qui lui sont soumis à l'occasion des grandes phases de vie des INB (création, mise en service, démantèlement). Leur avis est élaboré à partir des débats techniques et de jugements de leurs experts sur les organisations et les processus des exploitants. Les GPE ont pour support à leurs débats l'avis de l'IRSN qui est présenté au cours de séances dédiées dans les locaux de l'ASN (de un à plusieurs jours).

En février 2019, le GPDEM s'est réuni pour la première fois afin d'examiner le rapport de conclusions du réexamen et le dossier de démantèlement de l'INB 72 - zone de gestion des déchets solides (ZGDS) du centre CEA de Saclay. En 2020, le GPDEM examinera les dossiers du réacteur d'essai Phébus (INB 92) du centre CEA de Cadarache, et du réacteur d'EDF à eau lourde EL4-D de la centrale de Brennilis (INB 162).

• **GP MED « radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants »**

Présidé par Bernard Aubert, le [GP MED](#) est composé de 36 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine de la radioprotection des professionnels de santé, du public et des patients et pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants. En 2019, il a tenu trois réunions plénières dont une a été commune avec le GPRADE. Les experts du GP MED ont par ailleurs été invités à une séance du GPRADE. Un appel à candidatures sera lancé au cours de l'année 2020 en vue du renouvellement du groupe prévu en décembre 2020.

• **GPRADE « radioprotection, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants et en environnement »**

Présidé par Jean-Paul Samain, le [GPRADE](#) est composé de 31 experts nommés en raison de leurs compétences dans les domaines de la radioprotection des travailleurs (autres que les professionnels de santé) et du public, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants et pour les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, et la protection de l'environnement. En 2019, il a tenu deux réunions plénières dont une a été commune avec le GP MED. Les experts du GPRADE ont par ailleurs été invités à une séance du GP MED. Un appel à candidatures sera lancé au cours de l'année 2020 en vue du renouvellement du groupe prévu en décembre 2020.

• **GPR « réacteurs nucléaires »**

Présidé par Philippe Saint-Raymond, le [GPR](#) est composé de 36 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des réacteurs nucléaires. En 2019, il a tenu six réunions plénières dont quatre qui concernaient le 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. La réunion relative aux orientations du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 1 300 MWe a été ouverte aux membres du GP ESPN.

• **GPT « transports »**

Présidé par Jérôme Joly, le [GPT](#) est composé de 25 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des transports. En 2019, il ne s'est pas réuni.

• **GPU « laboratoires et usines »**

Présidé par Alain Dorison, le [GPU](#) est composé de 32 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des laboratoires et des usines concernés par des substances radioactives. En 2019, il a tenu deux réunions plénières et a visité deux INB avant l'examen en séance.

2.5.3 Le comité scientifique

L'ASN s'appuie sur un [comité scientifique](#) pour examiner les orientations qu'elle propose sur les travaux de recherche à mener ou à approfondir dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Par [décision du 6 novembre 2018](#), le collège de l'ASN a nommé pour quatre années les neuf membres du comité scientifique, désignés pour leurs compétences notamment dans les domaines de la recherche, de la radioprotection et de la sûreté nucléaire. Sous la présidence de Michel Schwarz, ancien directeur scientifique de l'IRSN, le comité rassemble Benoît De Boeck, Jean-Marc Cavedon, Edward Lazo, Catherine Luccioni, Antoine Masson, Jean-Claude Micaelli, Christelle Roy et Marc Vannerem. Après la réunion de lancement de cette nouvelle mandature qui s'est tenue en novembre 2018, le comité scientifique s'est réuni deux fois, en mai et en novembre 2019.

2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN

Pour diversifier ses expertises ainsi que pour bénéficier d'autres compétences particulières, l'ASN a engagé 0,12 M€ de crédits en 2019.

En 2019, l'ASN a notamment poursuivi des collaborations avec un groupement de plusieurs organismes habilités en matière d'ESPN pour réaliser une analyse du référentiel réglementaire et normatif relatif à l'évaluation de la conformité de certains équipements.

2.6 Les groupes de travail pluralistes

Plusieurs groupes de travail pluralistes ont été mis en place par l'ASN ; ils permettent à des parties prenantes de contribuer notamment à l'élaboration de doctrines, à la définition de plans d'action ou au suivi de leur mise en œuvre.

2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

L'[article L. 542-1-2 du code de l'environnement](#) prescrit l'élaboration d'un [PNGMDR](#), révisé tous les trois ans, dont l'objet est de dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs, de recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, de préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et, pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, de déterminer les objectifs à atteindre.

Le groupe de travail (GT) chargé de l'élaboration du PNGMDR comprend notamment des associations de protection de l'environnement, des experts, des industriels, des autorités de contrôle, ainsi que des producteurs et gestionnaires de déchets radioactifs. Il est coprésidé par la Direction générale de l'énergie et du climat du ministère de la Transition écologique et solidaire et par l'ASN.

Les [travaux du GT PNGMDR](#) sont présentés plus en détail au chapitre 14.

2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire

En application d'une [directive interministérielle](#) du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une [situation d'urgence radiologique](#), l'ASN est chargée, en relation avec les départements ministériels concernés, de définir, de préparer et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour gérer une situation post-accidentelle.

Afin d'élaborer une doctrine et après avoir testé la gestion post-accidentelle lors de la réalisation d'exercices nationaux et internationaux, l'ASN a rassemblé tous les acteurs concernés au sein d'un Comité directeur chargé de l'aspect post-accidentel ([Codirpa](#)). Ce comité est composé de l'ASN, qui en assure l'animation, et de représentants des différents départements ministériels intéressés par le sujet, des agences sanitaires, d'associations, de représentants des CLI et de l'IRSN.

Les travaux du Codirpa sont présentés plus en détail au chapitre 4.

2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants

Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants ([Canpri](#)) a été créé le 8 juillet 2019.

Présidé par l'ASN, composé de 16 experts représentant leur société savante nommés par l'ASN et de représentants des institutions sanitaires françaises. Ce comité s'est réuni une fois le 27 août 2019.

2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

Considérant qu'il était nécessaire de faire progresser la réflexion et les travaux concernant la contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des installations nucléaires, l'ASN a décidé en 2012 de mettre en place un Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains ([Cofsoh](#)). Les finalités du Cofsoh sont, d'une part, de permettre les échanges entre les parties prenantes sur un sujet difficile que sont les facteurs sociaux, organisationnels et humains, d'autre part, de rédiger des documents proposant des positions communes des différents membres du Cofsoh sur un sujet donné ainsi que des orientations pour des études à entreprendre afin d'éclairer des sujets manquant de données ou de clarté.

Par ailleurs, l'ASN anime le comité national chargé du suivi du [Plan national de gestion des risques liés au radon](#). En 2019, le comité a en particulier travaillé à l'élaboration du bilan du 3^e plan (2016-2019) et à la préparation du 4^e plan radon pour la période 2020-2024. Le comité s'est réuni cinq fois en 2019 (voir chapitre 1). Dans le cadre de ce plan, l'ASN pilote depuis 2018 un GT chargé de coordonner les actions de [communication sur la gestion du risque radon](#).

2.7 Les autres acteurs

Dans ses missions de protection de la population contre les risques sanitaires des rayonnements ionisants, l'ASN entretient une coopération étroite avec d'autres acteurs institutionnels compétents sur les problématiques de santé.

2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a été mise en place le 1^{er} mai 2012. Établissement public placé sous la tutelle du ministère chargé de la santé, l'ANSM a repris les missions exercées par l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (Afsaps) et de nouvelles responsabilités lui ont été confiées. Ses missions centrales sont d'offrir un accès équitable à l'innovation pour tous les patients

TABEAU 2

Compétences des principales autorités de contrôle des activités nucléaires civiles(*)

PAYS/ AUTORITÉS DE SÛRETÉ	STATUT			ACTIVITÉS						
	ADMINIS- TRATION	AGENCE GOUVER- NEMENTALE	AGENCE INDÉPEN- DANTE	SÛRETÉ DES INSTAL- LATIONS CIVILES	RADIOPROTECTION			SÉCURITÉ (PROTECTION CONTRE LA MALVEILLANCE)		SÛRETÉ DES TRANS- PORTS
					GRANDES INSTAL- LATIONS NUCLÉAIRES	HORS INB	PATIENTS	SOURCES	MATIÈRES NUCLÉAIRES	
Europe										
Allemagne/ Bmub + Länder	■			■	■	■	■	■	■	■
Belgique/AFCN		■		■	■	■	■	■	■	■
Espagne/CSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Finlande/STÜK		■		■	■	■	■	■	■	■
France/ASN			■	■	■	■	■	■ (**)		■
Royaume-Uni/ ONR		■		■	■			■	■	■
Suède/SSM		■		■	■	■	■	■	■	■
Suisse/ENSI			■	■	■				■	■
Autres pays										
Canada/CCSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Chine/NNSA	■			■	■	■		■	■	■
Corée/NSSC		■		■	■	■		■	■	■
États-Unis/NRC			■	■	■	■	■	■	■	■ (***)
Inde/AERB		■		■	■	■	■	■	■	■
Japon/NRA		■	■	■	■	■	■	■	■	
Russie/ Rostekhnadzor	■	■		■	■			■	■	■
Ukraine/SNRIU	■	■		■	■	■		■	■	■

* Présentation schématisée et simplifiée des principaux champs de compétence des entités (administrations, agences indépendantes au sein du Gouvernement ou agences indépendantes du Gouvernement) en charge du contrôle des activités nucléaires dans les pays nucléarisés dans le monde.

** La sécurité des sources a été attribuée à l'ASN par l'ordonnance du 10 février 2016. Cette disposition est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2017.

*** Transport national seulement.

et de garantir la sécurité des produits de santé tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché.

Le site ansm.sante.fr présente l'Agence et son action. La convention ASN-ANSM a été renouvelée le 27 juin 2017.

2.7.2 La Haute Autorité de santé

La Haute Autorité de santé (HAS), autorité administrative indépendante créée en 2004, a pour mission essentielle le maintien d'un système de santé solidaire et le renforcement de la qualité des soins, au bénéfice des patients. Le site has-sante.fr présente la Haute Autorité et son action. Une convention ASN-HAS, signée le 4 décembre 2008, a été renouvelée le 15 décembre 2015. Un plan d'action ASN-HAS est annexé à cette convention et fait l'objet de mises à jour régulières.

2.7.3 L'Institut national du cancer

L'Institut national du cancer (INCa), créé en 2004, a pour mission essentielle la coordination des actions de lutte contre le cancer. Le site e-cancer.fr présente l'Institut et son action. Des échanges réguliers ont lieu entre l'INCa et l'ASN.

2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale

Le tableau ci-contre décrit le statut et les activités des autorités de sûreté. En termes de statut, la plupart des autorités sont des agences gouvernementales ou des agences indépendantes. Sur le plan des activités, la plupart d'entre elles contrôlent l'ensemble du spectre des activités nucléaires y compris en termes de protection contre la malveillance (à l'exception de la France pour les actes de malveillance).

3. Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Depuis 2000, l'ensemble des moyens en personnel et en fonctionnement concourant à l'exercice des missions confiées à l'ASN provient du budget général de l'État.

Dans la loi de finances 2019, le budget de l'ASN (action 9 du programme 181 « Prévention des risques ») s'est élevé à 63,97 M€ de crédits de paiement (CP). Il comprenait 46,44 M€ au titre des dépenses de personnel et 17,53 M€ en CP au titre des crédits de fonctionnement, des services centraux et des 11 divisions territoriales de l'ASN et des crédits d'intervention. Les moyens budgétaires de l'ASN se répartissent sur cinq programmes de politiques publiques différents :

- l'action 9 « Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection » du programme 181 « Prévention des risques » porte les effectifs et les crédits de personnel de l'ASN ainsi que les dépenses de fonctionnement, d'investissement et d'intervention engagées au titre de la réalisation de ses missions ;
- en outre, un certain nombre de charges relatives au fonctionnement (du siège et des divisions) sont intégrées dans les programmes supports des ministères économiques et financiers (programme 218), du ministère de la Transition écologique et solidaire (programme 217) et du Secrétariat général du Gouvernement (programme 333 – « Moyens mutualisés des administrations déconcentrées »). Le patrimoine de l'ASN sur ces différents programmes, tant en matière d'actes réalisés pour l'ASN que de crédits, ne peut être connu avec précision en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes ;
- enfin, en application des dispositions de l'article L. 592-14 du code de l'environnement, « l'Autorité de sûreté nucléaire est consultée par le Gouvernement sur la part de la subvention de

l'État à l'IRSN correspondant à la mission d'appui technique apporté par cet Institut à l'autorité. » Ces crédits d'appui à l'ASN sont inscrits sur l'action 11 « Recherche dans le domaine des risques » du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables ».

Le budget global de l'IRSN pour 2019 s'est élevé quant à lui à 233,3 M€ dont 83,4 M€ consacrés à l'action d'appui technique à l'ASN. Les crédits de l'IRSN pour l'appui technique à l'ASN proviennent pour partie (41,15 M€) du programme 190 (voir ci-dessus). L'autre partie (42,25 M€) provient d'une contribution due par les exploitants nucléaires. Cette contribution a été mise en place dans le cadre de la loi de finances rectificative du 29 décembre 2010.

Au total, en 2019, le budget de l'État consacré à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France s'est élevé à 297,42 M€.

À titre de repère, le montant des taxes recouvrées par l'ASN s'est élevé en 2019 à 849,63 M€ :

- 574,79 M€ au titre des taxes sur les INB (versés au budget général de l'État) ;
- 126,18 M€ au titre des taxes additionnelles « accompagnement », « stockage » et « recherche » (affectés à divers établissements dont l'Andra, communes et GIP) ;
- 148,66 M€ au titre de la contribution spéciale pour la gestion des déchets radioactifs (affectés à l'Andra).

Cette structure complexe de financement nuit à la lisibilité globale du coût du contrôle. Elle conduit par ailleurs à des difficultés en matière de préparation, d'arbitrage et d'exécution budgétaires.

TABEAU 3

Répartition des contributions des exploitants

EXPLOITANT	MONTANT POUR 2019 (en millions d'euros)			
	TAXE INB	TAXES ADDITIONNELLES DÉCHETS ET STOCKAGE	CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA	CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN
EDF	544,78	96,67	115,92	48,42
Orano-Framatome	16,66	6,20	7,44	6,29
CEA	4,78	18,34	25,30	6,92
Andra	5,41	3,30	-	0,40
Autres	3,16	1,67	-	0,71
Total	574,79	126,18	148,66	62,74 ^(*)

* Le montant alloué à l'IRSN est plafonné à 62,5 M€.

Taxe INB, taxes additionnelles « de recherche », « d'accompagnement » et de « stockage », contribution spéciale Andra et contribution au profit de l'IRSN

Le président de l'ASN est chargé, en application du code de l'environnement, de liquider la taxe sur les INB instituée par l'article 43 de la [loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999](#) de finances pour 2000. Le produit recouvré de cette taxe, dont le montant est fixé tous les ans par le Parlement, s'est élevé à 574,79 M€ en 2019. Il est versé au budget de l'État.

De plus, ladite loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999 crée aussi, pour certaines installations nucléaires de base, trois taxes additionnelles dites respectivement « de recherche », « d'accompagnement » et de « stockage ». Ces taxes sont affectées au financement des actions de développement économique et au financement des activités de recherche sur le stockage souterrain et l'entreposage réalisées par l'Andra. Le produit de ces taxes représente 126,18 M€ en 2019, dont 3,30 M€ ont été reversés en 2019 aux communes et établissements publics de coopération intercommunale autour du centre de stockage.

En outre, depuis 2014, l'ASN est chargée de la liquidation et de l'ordonnement de la contribution spéciale instituée au profit de l'Andra par l'article 58 de la [loi n° 2013-1279 du 29 décembre 2013](#) de finances rectificative pour 2013 et qui sera exigible jusqu'à la date d'autorisation de création du centre de stockage en couche géologique profonde. À l'instar des taxes additionnelles, cette contribution est due par les exploitants des INB, à compter de la création de l'installation et jusqu'à la décision de radiation. Le produit de cette contribution représente 148,66 M€ en 2019.

Enfin, l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 institue une contribution annuelle au profit de l'IRSN due par les exploitants d'INB. Cette contribution vise notamment à financer l'instruction des dossiers de sûreté déposés par les exploitants d'INB. Pour 2019, le produit de cette contribution représente 62,7 M€.

4. Perspectives

La légitimité des décisions de l'ASN repose sur un socle de principes mis en œuvre avec rigueur, compétence, transparence et indépendance. Cette mise en œuvre s'appuie, d'abord, sur un mode de fonctionnement interne efficient. À cet effet, l'ASN poursuivra en 2020 le déploiement des actions décidées dans le cadre du plan stratégique pluriannuel 2018-2020 et visant à une approche graduée et efficiente de son contrôle, un meilleur pilotage des instructions techniques et une consolidation de son action sur le terrain. Cela signifie concrètement par exemple de mieux articuler les processus « autorisation » et « inspection », notamment pour cibler les inspections aux moments les plus critiques de la vie de l'installation, de déployer les nouvelles modalités de contrôle des arrêts de réacteur ou bien encore de donner la priorité du programme d'inspection cette année en matière d'inspection de la maîtrise du risque d'incendie sur les réacteurs nucléaires.

Par ailleurs, en 2020, l'ASN fera part au Gouvernement des moyens nécessaires au contrôle, après avoir réexaminé ses besoins à la lumière notamment des démarches déjà entreprises visant à renforcer son efficacité, des décisions prises en matière de politique énergétique et de celles prises en matière de nouvelles installations. Gage d'efficacité également, l'ASN continuera à porter sa demande de création d'un programme budgétaire unique dédié au contrôle de la sûreté et de la radioprotection.

Enfin, l'ASN continuera d'impliquer les parties prenantes dans le processus de décision, dans le respect de son indépendance et le plus en amont possible. Ce sera le cas en 2020 par exemple avec la concertation sur l'amélioration de sûreté des réacteurs nucléaires de 1300 MWe ou bien encore de la poursuite de l'appui à l'Anccli ou aux commissions locales d'information.

TABLEAU 4

Structuration budgétaire des crédits consacrés à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France

MISSION	PROGRAMME	ACTION	NATURE	RESSOURCES BUDGÉTAIRES				RECETTES
				LFI 2019 AE (M€)	LFI 2019 CP (M€)	PLF 2020 AE (M€)	PLF 2020 CP (M€)	TAXE 2019 SUR LES INB (M€)
Mission ministérielle Écologie, développement et aménagement durables	Programme 181: Prévention des risques	Action 9: Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	Dépenses de personnel (y compris les salariés mis à disposition)	46,44	46,44	47,67	47,67	574,79
			Dépenses de fonctionnement et d'intervention	12,53	17,53	12,65	17,65	
			Total	58,97	63,97	60,32	65,32	
		Action 1: Prévention des risques technologiques et des pollutions	Fonctionnement (évaluation) du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN)	0,15	0,15	0,15	0,15	
			Sous-total	59,12	64,12	60,47	65,47	
Mission ministérielle Direction de l'action du Gouvernement	Programme 217: Conduite et pilotage des politiques de l'écologie, du développement et de la mobilité durables Programme 333: Moyens mutualisés des administrations déconcentrées	-	Fonctionnement des 11 divisions territoriales de l'ASN (immobilier...)	Les crédits consacrés à l'ASN sur ces différents programmes ne sont pas identifiables en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes				
Mission interministérielle Gestion des finances publiques et des ressources humaines	Programme 218: Conduite et pilotage des politiques économique et financière	-	Fonctionnement des services centraux de l'ASN					
Mission interministérielle Recherche et enseignement supérieur	Programme 190: Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de l'aménagement durables	Sous-action 11-2 (axe 3): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	Activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN					41,15
		Sous-action 11-2 (3 autres axes): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	-	129,65	129,65	129,65	129,65	
Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités de l'IRSN (hors appui technique à l'ASN)			-	20,25	20,25	20,58	20,58	
Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN			-	42,25	42,25	41,87	41,87	
			Sous-total	233,30	233,30	233,25	233,25	574,79
Total général (hors IRSN et programmes 217, 218 et 333)				142,52	147,52	143,49	148,49	574,79
Total général ASN (hors programmes 217, 218 et 333) et IRSN				292,42	297,42	293,72	298,72	

03.



LE CONTRÔLE DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES ET DES EXPOSITIONS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

1 Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités _____ 142

1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN

1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires

2 Proportionner le contrôle aux enjeux _____ 143

2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN

2.2 Les contrôles internes effectués par les exploitants

2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'INB

2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants

2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires

3 Réaliser un contrôle efficient _____ 145

3.1 L'inspection

3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection

3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection

3.1.3 L'inspection des INB et des équipements sous pression

3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives

3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité

3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN

3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels

3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant

3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des INB

3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique

3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs

3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies

3.3.2 La mise en œuvre de la démarche

3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire

3.3.4 Le bilan statistique des événements

3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations

3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN

4 Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement _____ 155

4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires

4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets

4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des installations

4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen

4.2 La surveillance de l'environnement

4.2.1 Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement

4.2.3 Le contenu de la surveillance

4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN

4.3 Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures

4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires

4.3.2 La commission d'agrément

4.3.3 Les conditions d'agrément

5 Les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements _____ 161

5.1 Le contrôle relatif aux fraudes

5.2 Le traitement des signalements

6 Relever et sanctionner les écarts _____ 162

6.1 L'équité et la cohérence des décisions en matière de mesures de coercition et de sanction

6.2 Une politique adaptée de coercition et de sanction

6.3 Le bilan 2019 en matière de coercition et de sanction

7 Perspectives _____ 163

Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants

En France, le responsable d'une activité nucléaire doit assurer la sûreté de son activité. Il ne peut pas déléguer cette responsabilité et doit assurer une surveillance permanente de son activité et du matériel utilisé.

Compte tenu des risques liés aux [rayonnements ionisants](#) pour les personnes et l'environnement, l'État exerce un contrôle des activités nucléaires, qu'il a confié à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Dans un souci d'efficacité administrative, l'ASN s'est également vu confier le contrôle de la [réglementation](#) en matière d'environnement et d'équipements sous pression (ESP) dans les installations nucléaires de base (INB).

Le [contrôle des activités nucléaires](#) est une mission fondamentale de l'ASN. Son objectif vise, en premier lieu, à s'assurer

que tout responsable d'activité nucléaire assume effectivement ses obligations.

L'ASN développe une vision du contrôle qui porte tant sur les aspects matériels qu'organisationnels et humains.

Elle concrétise son action de contrôle, à la suite des évaluations de la sûreté et de la radioprotection dans chaque secteur d'activité, par des décisions, des prescriptions, des documents de suite d'inspection et, le cas échéant, des sanctions.

Les priorités du contrôle sont définies au regard des risques intrinsèques à l'activité, du comportement des responsables d'activité et des moyens qu'ils mettent en œuvre pour les maîtriser. Dans les domaines prioritaires, l'ASN doit renforcer son contrôle. À l'inverse, pour des enjeux faibles, elle doit savoir réduire son contrôle et le faire explicitement.

1. Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités

1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN

Le contrôle de l'ASN vise, en premier lieu, à s'assurer que les responsables d'activité assument effectivement leurs obligations et respectent les exigences de la réglementation relative à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement des risques liés à la radioactivité.

Il s'applique à toutes les phases de l'exercice de l'activité, y compris, pour les installations nucléaires, à la phase de démantèlement :

- avant l'exercice par l'exploitant d'une activité soumise à autorisation, par un examen et une analyse des dossiers, documents et informations fournis par l'exploitant pour justifier son projet au regard de la sûreté et de la radioprotection. Ce contrôle vise à s'assurer du caractère pertinent et suffisant des informations et de la démonstration fournies ;
- pendant l'exercice de l'activité, par des visites, des inspections, un contrôle des interventions de l'exploitant présentant des enjeux importants, l'analyse des bilans fournis par l'exploitant et des événements significatifs. Ce contrôle comprend l'analyse des justifications apportées par l'exploitant.

L'ASN applique un principe de proportionnalité pour guider son action afin d'adapter le champ, les modalités et l'intensité de son contrôle aux enjeux en matière de protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle s'exerce le cas échéant avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)).

1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires

L'[article L. 592-22 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN assure le contrôle du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté et de radioprotection auxquelles sont soumis :

- les exploitants d'installations nucléaires de base (INB) ;
- les fabricants et exploitants d'équipements sous pression nucléaires (ESPN) utilisés dans les INB ;
- les responsables d'activités de transport de substances radioactives ;
- les responsables d'activités comportant un risque d'exposition des personnes et des travailleurs aux rayonnements ionisants ;
- les personnes responsables de la mise en œuvre de mesures de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants ;
- les exploitants nucléaires, leurs fournisseurs, prestataires ou sous-traitants lorsqu'ils réalisent des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement en dehors du périmètre des INB.

Ces personnes ou entités sont dénommées « exploitants » dans ce chapitre.

L'ASN contrôle également les [organismes et les laboratoires](#) qu'elle agréé dans le but de participer aux contrôles et à la veille en matière de sûreté et de radioprotection. L'ASN exerce la mission d'[inspection du travail](#) dans les centrales électronucléaires (voir chapitre 10).

2. Proportionner le contrôle aux enjeux

L'ASN s'attache à organiser son [action de contrôle](#) de manière proportionnée aux enjeux présentés par les activités. Elle adopte une démarche d'amélioration continue de ses pratiques de contrôle afin de conforter l'efficacité et la qualité de ses actions. Elle exploite le retour d'expérience ([REX](#)) de plus de 40 ans de contrôle des activités nucléaires et les échanges de bonnes pratiques avec ses [homologues étrangers](#).

L'exploitant est le principal acteur du contrôle de ses activités.

L'ASN réalise le contrôle des activités nucléaires par ses actions :

- d'inspection, en général sur site ou dans un service contrôlé, ou auprès des transporteurs de substances radioactives. Elle consiste à vérifier, par sondage, la conformité d'une situation donnée à un référentiel réglementaire ou technique mais aussi, éventuellement, à évaluer les pratiques de l'exploitant par rapport aux meilleures pratiques actuelles ;
- d'autorisation, après analyse de la démonstration du demandeur prouvant que ses activités sont maîtrisées sur le plan de la radioprotection et de la sûreté ;
- de retour d'expérience, notamment par l'analyse des événements significatifs ;
- d'agrément d'organismes et de laboratoires participant aux mesures de radioactivité et aux contrôles de la radioprotection ainsi que d'habilitation d'organismes pour le contrôle des appareils à pression ;
- de présence sur le terrain, fréquente également en dehors des inspections ;
- de concertation avec les organisations professionnelles (syndicats, ordres professionnels, sociétés savantes...).

La réalisation de certains contrôles par des organismes et des laboratoires qui présentent les garanties nécessaires validées par un agrément ou une habilitation de l'ASN contribue au contrôle exercé sur les activités nucléaires.

2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN

L'exploitant a la charge de fournir à l'ASN l'information nécessaire à son contrôle. Cette information, par son volume et sa qualité, doit permettre à l'ASN d'analyser les démonstrations techniques présentées par l'exploitant et de cibler les inspections. Elle doit, par ailleurs, permettre de connaître et de suivre les événements importants qui marquent l'exploitation d'une activité nucléaire.

• Le contrôle des installations nucléaires de base

La sûreté nucléaire est l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement

des INB, ainsi qu'au transport de substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets. Cette notion intègre les mesures prises pour optimiser la gestion des déchets et des effluents.

La [sûreté des installations nucléaires](#) repose sur la mise en œuvre des principes suivants, définis par l'Agence internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)) dans ses principes fondamentaux de sûreté des installations nucléaires ([collection Sécurité n° 110](#)) puis repris en grande partie dans la [directive européenne sur la sûreté nucléaire du 8 juillet 2014](#) modifiant celle de 2009 :

- la responsabilité en matière de sûreté incombe en premier lieu à l'exploitant ;
- l'organisme en charge de la réglementation et du contrôle est indépendant de l'organisme chargé de promouvoir ou d'utiliser l'énergie nucléaire. Il doit détenir les responsabilités en matière d'autorisation, d'inspection et de mise en demeure, ainsi que l'autorité, les compétences et les ressources nécessaires pour exercer ses responsabilités. Aucune autre responsabilité ne doit compromettre sa responsabilité en matière de sûreté ou entrer en conflit avec elle.

En France, le [code de l'environnement](#) définit l'ASN comme l'organisme qui répond à ces critères, hormis pour les installations nucléaires et les activités intéressant la défense qui sont régies par les dispositions du code de la défense.

L'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#), prise en application de la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV), a étendu le champ du contrôle exercé par l'ASN aux fournisseurs, prestataires ou sous-traitants des exploitants, y compris pour les activités mises en œuvre hors des INB.

Dans son action de contrôle, l'ASN s'intéresse aux équipements et matériels qui constituent les installations, aux personnes chargées de les exploiter, aux méthodes de travail et à l'organisation depuis les premières phases de la conception jusqu'au démantèlement. Elle examine les dispositions prises en matière de sûreté nucléaire ou de contrôle et de limitation des doses reçues par les personnes qui interviennent dans les installations, ainsi que les modalités de gestion des déchets, de contrôle des rejets d'effluents ou de protection de l'environnement.

• Le contrôle des appareils à pression

De nombreux circuits des installations nucléaires contiennent ou véhiculent des fluides sous pression. Ils sont soumis à ce titre à la réglementation relative aux appareils à pression dont font partie les ESPN.

TABEAU 1

Modalités de contrôle par l'ASN des différents acteurs de la radioprotection

	INSTRUCTION/AUTORISATION	INSPECTION	OUVERTURE ET COOPÉRATION
Utilisateurs de sources de rayonnements ionisants	• Examen des dossiers prévus par le code de la santé publique (articles R. 1333-1 et suivants). • Visite avant mise en service, principalement dans le domaine médical. • Réception de la déclaration, enregistrement ou délivrance de l'autorisation (article R. 1333-8).	• Inspection de la radioprotection (article L. 1333-29 du code de la santé publique).	• Élaboration avec les organisations professionnelles de guides de bonnes pratiques pour les utilisateurs de rayonnements ionisants.
Organismes agréés pour les vérifications en radioprotection	• Examen des dossiers de demande d'agrément pour la réalisation des contrôles prévus à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique. • Audit de l'organisme. • Délivrance de l'agrément.	• Contrôle de deuxième niveau : – contrôles approfondis au siège et dans les agences des organismes ; – contrôles de supervision inopines sur le terrain.	• Élaboration avec les organisations professionnelles de règles de bonnes pratiques pour la réalisation des vérifications en radioprotection.

Le code de l'environnement dispose que l'ASN est l'autorité administrative compétente pour prendre les décisions individuelles et de [contrôle](#) du suivi en service des appareils à pression implantés dans le périmètre d'une INB.

L'exploitation des appareils à pression fait l'objet d'un contrôle qui porte en particulier sur les programmes de suivi en service, les contrôles non destructifs, les interventions de maintenance, le traitement des anomalies qui affectent ces circuits et les requalifications périodiques.

Par ailleurs, l'ASN évalue la conformité des ESPN neufs les plus importants aux exigences de la réglementation. Elle habilite et surveille les organismes chargés d'évaluer la conformité des autres ESPN.

• Le contrôle du transport de substances radioactives

Le [transport](#) comprend toutes les opérations et conditions associées au mouvement des substances radioactives, telles que la conception des emballages, leur fabrication, leur entretien et leur réparation, et la préparation, l'envoi, le chargement, l'acheminement, y compris l'entreposage en transit, le déchargement et la réception au lieu de destination finale des chargements de substances radioactives et de colis (voir chapitre 9).

• Le contrôle des activités comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants

En France, l'ASN remplit la mission d'élaboration et de contrôle de la réglementation technique concernant la [radioprotection](#).

Le champ du contrôle de la radioprotection par l'ASN comprend toutes les activités mettant en œuvre des rayonnements ionisants. L'ASN exerce cette mission le cas échéant conjointement avec d'autres services de l'État tels que l'inspection du travail, l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement, les services du ministère chargé de la santé et l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé ([ANSM](#)).

Cette action porte soit directement sur les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, soit sur des organismes agréés pour effectuer des contrôles et vérifications techniques de ces utilisateurs.

Les modalités de contrôle des acteurs de la radioprotection sont présentées dans le tableau 1. Elles ont évolué lors de la parution, en juin 2018, des décrets transposant la [directive européenne 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

• Le contrôle de l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce l'inspection du travail des 58 réacteurs en fonctionnement (répartis dans les 19 centrales nucléaires), du réacteur EPR de [Flamanville](#) et des huit réacteurs en démantèlement. En effet, les actions de contrôle en matière de sûreté, de radioprotection et d'inspection du travail portent très souvent sur des thèmes communs, comme l'organisation des chantiers ou les conditions de recours à la sous-traitance.

Les inspecteurs du travail de l'ASN ont quatre missions essentielles :

- contrôler l'application de la législation du travail dans tous ses aspects (santé, sécurité et conditions de travail, enquêtes sur les accidents du travail, qualité de l'emploi et relations collectives);
- conseiller et informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations et sur la législation du travail;
- informer l'administration des évolutions du travail et les carences éventuelles de la législation;
- faciliter la conciliation entre les parties.

Les inspecteurs du travail de l'ASN disposent des mêmes pouvoirs et mêmes prérogatives que les inspecteurs du travail de droit commun. Ils appartiennent au système d'inspection du travail dont l'autorité centrale est la direction générale du travail (DGT).

Les missions des inspecteurs du travail sont fondées sur des normes internationales ([convention n° 81](#) de l'Organisation internationale du travail) et sur la réglementation nationale. L'ASN les exerce en relation avec les autres services de l'État, principalement les services du ministère chargé du travail.

L'ASN s'est dotée d'une organisation visant à faire face à ces enjeux. L'action des inspecteurs du travail de l'ASN (19 agents dont 11 en charge de sites, représentant 6,4 équivalents temps plein, et 2 pour la mission inspection du travail) s'est renforcée sur le terrain depuis 2009, notamment lors des arrêts de réacteur, avec des visites de contrôle, des conseils lors des réunions des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) et des commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (CIESCT), ainsi que des entretiens réguliers avec les partenaires sociaux.

2.2 Les contrôles internes effectués par les exploitants

2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'INB

L'ASN a adopté en 2017 une décision ([n° 2017-DC-0616 du 30 novembre 2017](#)) qui précise les critères permettant de distinguer les modifications notables devant être soumises à autorisation de l'ASN de celles soumises à déclaration. Elle définit par ailleurs les exigences applicables à la gestion des modifications notables, notamment les modalités de contrôle interne que doivent mettre en œuvre les exploitants.

L'ASN contrôle la bonne application des dispositions prescrites par cette décision.

2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants

Les dispositions des [articles R. 4451-40 à R. 4451-51 du code du travail](#) réorganisent profondément les modalités de réalisation des contrôles techniques, désormais dénommés « vérifications ». Elles harmonisent les exigences en la matière avec celles applicables pour d'autres risques tels que notamment le risque électrique ([article R. 4226-14](#)) ou plus généralement pour les équipements de travail ([article R. 4323-22](#)) et proportionnent les mesures à mettre en œuvre à la nature et à l'ampleur du risque. Ces vérifications se déclinent, durant la vie des équipements de travail, ou des installations, sous la forme de vérifications initiales (faites par un organisme accrédité), le cas échéant renouvelées, et de vérifications périodiques (effectuées par le conseiller en radioprotection). L'arrêté prévu à l'article R. 4451-51, qui doit être publié en 2020, fixera notamment les équipements de travail ou catégorie d'équipement de travail et le type de sources radioactives pour lesquels l'employeur doit faire procéder à une vérification initiale et, le cas échéant, à son renouvellement et les modalités et conditions de réalisation de ces vérifications.

2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires

L'ASN peut s'appuyer sur les résultats des contrôles réalisés par les [organismes et laboratoires](#) indépendants qu'elle agréé et dont elle surveille l'action.

L'[article L. 592-21 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN délivre les agréments requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté ou de radioprotection. La [liste des organismes et laboratoires agréés](#) est disponible sur [asn.fr](#).

TABLEAU 2

Contrôles de radioprotection réalisés en 2018 par les organismes agréés pour les contrôles en radioprotection

	MÉDICAL	VÉTÉRIINAIRE	RECHERCHE/ ENSEIGNEMENT	INDUSTRIE HORS INB	INB	TOTAL
Sources scellées	2 655	17	3 261	13 447	12 662	32 042
Sources non scellées	515	10	2 474	1 082	7 100	11 181
Générateurs électriques de rayonnements ionisants mobiles	3 592	361	44	911	6	4 914
Générateurs électriques de rayonnements ionisants fixes	8 836	1 257	734	7 092	178	18 097
Accélérateurs de particules	463	5	151	126	31	776
Dentaire	3 288	-	-	-	-	3 288
Total	19 349	1 650	6 664	22 658	19 977	70 298

À ce titre, l'ASN agréé des organismes pour procéder aux contrôles techniques ou vérifications prévus par la réglementation dans les domaines qui relèvent de sa compétence :

- vérifications en radioprotection ;
- mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public ;
- évaluations de la conformité d'ESPN et actions de contrôle des appareils à pression en service.

Pour agréer les organismes qui en font la demande, l'ASN s'assure que ceux-ci réalisent les contrôles conformément à leurs obligations sur les plans technique, organisationnel et déontologique et dans les règles de l'art. Le respect de ces dispositions doit permettre d'obtenir et de maintenir le niveau de qualité requis.

L'ASN veille à tirer parti de la mise en place d'un agrément, notamment par des échanges réguliers avec les organismes qu'elle agréé et la remise obligatoire d'un rapport annuel.

En 2018, les organismes agréés pour les contrôles en radioprotection (OARP) ont réalisé 70 298 contrôles, dont la répartition par type de sources et par domaine figure dans le tableau 2.

Les rapports des vérifications réalisées dans chaque établissement par les OARP sont à la disposition et examinés par les agents de l'ASN lors :

- des renouvellements d'autorisations ou modifications soumises à autorisation de l'ASN ;
- des inspections.

L'examen de ces rapports permet, d'une part, de vérifier que les vérifications obligatoires ont bien lieu, d'autre part, d'interroger les exploitants sur les actions entreprises pour remédier aux éventuelles non-conformités.

L'ASN agréé également des laboratoires pour procéder à des analyses lorsque l'utilisation des résultats requiert un haut niveau de qualité de la mesure. Elle procède ainsi à l'agrément de laboratoires pour la surveillance de la radioactivité dans l'environnement (voir point 4.3).

La liste des agréments délivrés par l'ASN est tenue à jour sur asn.fr.

Par ailleurs, l'ASN agréé, après avis de la Commission interministérielle du transport des matières dangereuses (CITMD) :

- les organismes de formation des conducteurs de véhicules effectuant le transport de matières radioactives ; deux organismes sont agréés. Un renouvellement a été donné en 2019 ;
- les organismes chargés d'attester la conformité des emballages conçus pour contenir 0,1 kilogramme ou plus d' UF_6 (hexafluorure d'uranium) ;
- les organismes chargés de l'homologation de type de conteneurs-citernes et caisses mobiles citernes destinés au transport des marchandises dangereuses de la classe 7 ;
- les organismes chargés des contrôles initiaux et périodiques des citernes destinées au transport de marchandises dangereuses de la classe 7.

Deux organismes sont agréés pour l'homologation des conteneurs-citernes et l'attestation de conformité des emballages d' UF_6 . Un organisme a été renouvelé en 2019.

Au 31 décembre 2019 sont agréés ou habilités par l'ASN :

- 37 organismes chargés des vérifications en radioprotection ; trois agréments ou renouvellements ont été délivrés au cours de l'année 2019 ;
- 79 organismes chargés de la mesure de l'activité volumique du radon dans les bâtiments. Onze de ces organismes peuvent également réaliser des mesures dans des cavités et ouvrages souterrains et dix sont agréés pour identifier les sources et voies d'entrée du radon dans les bâtiments. L'ASN a délivré 48 agréments nouveaux ou de renouvellement au cours de l'année 2019 ;
- 4 organismes habilités pour les contrôles des ESPN ;
- 3 organismes habilités pour les équipements sous pression (ESP) et les récipients à pression simple dans le périmètre des INB (suivi en service) ;
- 19 services d'inspection habilités pour le suivi en service des ESP et des récipients à pression simple dans le périmètre des centrales nucléaires ;
- 64 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement couvrant 880 agréments, dont 361 agréments ou renouvellements délivrés au cours de l'année 2019.

3. Réaliser un contrôle efficient

3.1 L'inspection

3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection

L'inspection conduite par l'ASN s'appuie sur les principes suivants :

- l'inspection vise à vérifier le respect des dispositions dont la réglementation impose l'application. Elle vise aussi à l'évaluation de la situation au regard des enjeux de sûreté nucléaire et

de radioprotection ; elle cherche à identifier les bonnes pratiques, les pratiques perfectibles, et apprécier les évolutions possibles de la situation ;

- l'inspection est modulée dans son étendue et sa profondeur en fonction des risques intrinsèques à l'activité et de leur prise en compte effective par les responsables d'activité ;

- l'inspection n'est ni systématique ni exhaustive ; elle procède par échantillonnage et se concentre sur les sujets présentant les enjeux les plus forts.

3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection

Pour une meilleure efficacité, l'action de l'ASN est organisée sur la base :

- d'inspections, selon une fréquence déterminée, des activités nucléaires et des thèmes qui présentent des enjeux sanitaires et environnementaux forts ;
- d'inspections, sur un échantillon représentatif, d'autres activités nucléaires ;
- de contrôles des organismes agréés.

Les inspections peuvent être inopinées ou annoncées à l'exploitant quelques semaines avant la visite. Elles se déroulent principalement sur site ou au cours des activités (chantier, opération de transport...). Elles peuvent également concerner les services centraux ou d'études des grands exploitants nucléaires, les ateliers ou bureaux d'études des sous-traitants, les chantiers de construction, les usines ou les ateliers de fabrication des différents composants importants pour la sûreté.

L'ASN met en œuvre différents types d'inspections :

- les inspections courantes ;
- les inspections renforcées, qui consistent en un examen approfondi d'un thème ciblé par une équipe d'inspecteurs plus nombreuse que pour une inspection courante ;
- les inspections de revue, qui se déroulent sur plusieurs jours et qui portent sur plusieurs thèmes, mobilisent une dizaine d'inspecteurs. Elles ont pour objet de procéder à des examens approfondis et sont pilotées par des inspecteurs expérimentés ;

- les inspections avec prélèvements et mesures. Elles permettent d'assurer, sur les rejets et dans l'environnement des installations, un contrôle par échantillonnage indépendant de celui de l'exploitant ;
- les inspections sur événement, menées à la suite d'événements significatifs particuliers ;
- les inspections de chantier, qui permettent d'assurer une présence importante de l'ASN sur les sites à l'occasion des arrêts de réacteur ou de travaux particuliers, notamment en phase de construction ou de démantèlement ;
- les campagnes d'inspections, regroupant des inspections réalisées sur plusieurs installations similaires, en suivant un canevas déterminé.

L'inspection du travail dans les centrales nucléaires donne lieu à différents types d'interventions⁽¹⁾ qui portent notamment sur :

- le contrôle de l'application du code du travail par EDF et les entreprises extérieures dans les centrales nucléaires (interventions de contrôle qui comprennent les inspections) ;
- la participation à des réunions de commissions santé et sécurité et conditions de travail – CSSCT, mis en place à partir de 2020 pour EDF, de comités social et économique – CSE et de CIESCT (chantier EPR) ;
- la réalisation d'enquêtes sur demande, sur plainte ou sur information à la suite desquelles les inspecteurs peuvent prendre des décisions prévues par la réglementation du travail, telles que l'arrêt de travaux ou l'obligation de vérification d'équipements de travail par un organisme accrédité.

Système d'intelligence artificielle pour le nucléaire, son contrôle et son évaluation (Siance)

Dans le cadre de son [plan stratégique pluriannuel](#), l'ASN a engagé des travaux relatifs à la transformation numérique du contrôle de la sûreté nucléaire. Le projet Siance s'inscrit dans cette action aux côtés d'autres projets.

L'objectif du projet est de tirer parti des données issues des inspections par l'ASN des sites nucléaires, soit près de 22 000 courriers de six pages en moyenne. Il s'agit, via les méthodes de l'intelligence artificielle, d'exploiter une mine d'informations textuelles impossible à exploiter d'un point de vue humain étant donnée la richesse technique du contenu des courriers.

L'ASN a été lauréat en 2018 du premier appel à manifestation d'intérêt lancé par la Direction interministérielle du numérique (DINUM) et la Direction interministérielle de la transformation publique (DITP). Elle a ainsi bénéficié en 2019 de l'accompagnement d'experts du monde numérique et d'un budget pour le développement d'un algorithme utilisant l'intelligence artificielle. Cet accompagnement a porté à la fois sur les aspects techniques et organisationnels. L'ambition est d'exploiter le contenu de ces lettres en temps réel.

Ce projet doit contribuer à améliorer la politique de contrôle de l'ASN, c'est-à-dire aller vers plus d'efficacité et donc focaliser son contrôle sur les actions qui produisent le plus grand bénéfice pour la sûreté, ainsi que la protection des personnes et de l'environnement.

Le projet s'est déroulé sur 5 mois en mode Agile^(*). L'apprentissage du contenu des lettres a nécessité des moyens importants : près de 4 000 lettres ont été annotées par les inspecteurs de l'ASN (300 personnes) répartis sur 11 divisions régionales et 5 directions techniques. Les premiers résultats de l'algorithme sont positifs et montrent que le travail d'annotation a déjà porté ses fruits. Une interface utilisateur ergonomique sera développée.

Au plan organisationnel, le projet a reposé sur une équipe transverse ayant nécessité la mobilisation à la fois des inspecteurs et de la hiérarchie, des directions et des divisions territoriales. Le développement de l'outil se poursuivra pour le rendre opérationnel en 2020.

* Le mode (ou la méthode) Agile recommande de se fixer des objectifs à court terme et de diviser le projet en plusieurs sous-projets. Une fois l'objectif atteint, on passe au suivant jusqu'à l'accomplissement de l'objectif final. Cette approche est plus flexible. Puisqu'il est impossible de tout prévoir et de tout anticiper, elle laisse la place aux imprévus et aux changements.

1. L'intervention est l'unité représentative de l'activité habituellement utilisée par l'inspection du travail.

TABLEAU 3

Répartition des inspecteurs par domaine de contrôle au 31 décembre 2019

CATEGORIES D'INSPECTEURS	DIRECTIONS	DIVISIONS	TOTAL
Inspecteur de la sûreté nucléaire (INB)	117	121	238
<i>dont inspecteur de la sûreté nucléaire pour le transport</i>	16	49	65
Inspecteur de la radioprotection	40	108	148
Inspecteur du travail	2	11	13
Inspecteur tous domaines confondus	145	176	321

TABLEAU 4

Nombre de jours d'inspection par domaine

INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE (HORS ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION)	ÉQUIPEMENT SOUS PRESSION	TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES	NUCLÉAIRE DE PROXIMITÉ	ORGANISMES ET LABORATOIRES AGRÉÉS	TOTAL
2019	264	141	1 641	209	4 274

L'ASN adresse à l'exploitant une [lettre de suite d'inspection](#), publiée sur [asn.fr](#), qui formalise :

- le constat d'écarts entre la situation observée lors de l'inspection et les textes réglementaires ou les documents établis par l'exploitant en application de la réglementation ;
- des anomalies ou des points qui nécessitent des justifications complémentaires ;
- les bonnes pratiques ou pratiques perfectibles sans être directement opposables.

Les non-conformités relevées lors d'une inspection peuvent faire l'objet de sanctions administratives ou pénales (voir point 6.2).

Certaines inspections sont réalisées avec l'appui d'un représentant de l'IRSN spécialiste de l'installation contrôlée ou du thème technique de l'inspection.

• Les inspecteurs de l'ASN

L'ASN dispose d'inspecteurs désignés et habilités par son président, selon les modalités définies par [décret n° 2007-831 du 11 mai 2007](#) fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire, dès lors qu'ils ont acquis les compétences juridiques et techniques nécessaires par leur expérience professionnelle, le compagnonnage ou les formations.

Les inspecteurs prêtent serment et sont astreints au secret professionnel. Ils exercent leur activité de contrôle sous l'autorité du directeur général de l'ASN et disposent d'outils pratiques (guides d'inspection, outils d'aide à la décision) régulièrement mis à jour.

Dans une démarche d'amélioration continue, l'ASN favorise par ailleurs l'échange et l'intégration de bonnes pratiques issues d'autres organismes de contrôle :

- en organisant au plan international des échanges d'inspecteurs entre autorités de sûreté, pour le temps d'une inspection ou pour une durée plus longue qui peut aller jusqu'à une mise à disposition de plusieurs années. Ainsi, après en avoir constaté l'intérêt, l'ASN a adopté le modèle des inspections de revue décrit précédemment. En revanche, elle n'a pas opté pour le système de l'inspecteur résidant sur un site nucléaire, estimant que ses inspecteurs doivent travailler dans une structure d'une taille suffisante pour permettre le partage d'expérience et participer à des contrôles d'exploitants et d'installations différents afin d'avoir une vue élargie de ce domaine d'activité. Ce choix permet également une plus grande clarté dans l'exercice des responsabilités respectives de l'exploitant et du contrôleur ;
- en accueillant des inspecteurs formés à d'autres pratiques de contrôle. L'ASN encourage l'intégration dans ses services d'inspecteurs provenant d'autres autorités de contrôle, telles que les directions régionales de l'environnement, de

l'aménagement et du logement (Dreal), l'ANSM, les agences régionales de santé (ARS)... Elle propose également l'organisation d'inspections conjointes avec ces autorités sur les activités qui entrent dans leur champ de compétences communes ;

- en encourageant la participation de ses agents à des inspections sur des sujets, dans des régions et des domaines différents, pour favoriser notamment l'homogénéité de ses pratiques. Chaque inspecteur de l'ASN en région participe au moins à une inspection réalisée dans une région différente.

Le tableau 3 présente l'effectif des inspecteurs qui est de 321 au 31 décembre 2019. Certains agents sont inspecteurs dans plusieurs domaines de contrôle et tous les chefs d'entité opérationnelle et leurs adjoints cumulent les fonctions d'encadrement et d'inspection.

Les inspections sont réalisées majoritairement par les inspecteurs en poste dans les divisions, qui représentent 55% des inspecteurs de l'ASN. Les 145 inspecteurs en poste dans les directions participent aux inspections de l'ASN dans leur domaine de compétence ; ils représentent 45% de l'effectif des inspecteurs et ont réalisé 16% des inspections en 2019, l'essentiel de leur activité se concentrant sur l'instruction de dossiers.

Comme indiqué précédemment, l'ASN améliore continuellement l'efficacité de son contrôle en ciblant et modulant ses inspections en fonction de l'importance des enjeux pour la protection des personnes et de l'environnement.

En 2019, les inspecteurs de l'ASN ont réalisé 1 817 inspections au total, représentant 4 274 jours d'inspection sur le terrain, répartis comme indiqué dans le tableau 4. Le travail d'inspection mené par les inspecteurs de l'ASN n'est pas reflété uniquement par le nombre d'inspections réalisées et le nombre de jours d'inspection (une journée passée en inspection par un inspecteur représente 1 jour.inspecteur).

• Le programme d'inspection de l'ASN

Pour assurer une répartition des moyens d'inspection de manière proportionnée aux enjeux des différentes installations et activités en matière de sûreté et de radioprotection, l'ASN établit chaque année un programme prévisionnel d'inspections, en tenant compte des enjeux en termes de contrôle (voir point 3.1). Ce programme n'est communiqué ni aux exploitants ni aux responsables d'activités nucléaires.

L'ASN assure un suivi de l'exécution du programme et des suites données aux inspections grâce à des bilans périodiques. Il permet d'évaluer les activités contrôlées et d'alimenter le dispositif d'amélioration continue du processus d'inspection.

• L'information relative aux inspections

L'ASN informe le public des suites données aux inspections par la mise en ligne des [lettres de suite d'inspection](#) sur [asn.fr](#).

Par ailleurs, pour chaque inspection de revue, l'ASN publie une [note d'information](#) sur [asn.fr](#).

3.1.3 L'inspection des INB et des équipements sous pression

En 2019, 2 283 jours-inspecteur ont été consacrés à l'inspection des INB et des ESP, répartis en 755 inspections, dont 21 % de façon inopinée.

Ce travail d'inspection est réparti en 1 199 jours-inspecteur dans les centrales nucléaires (349 inspections), 820 jours-inspecteur dans les autres INB (301 inspections), c'est-à-dire principalement les installations du cycle du combustible, installations de recherche et installations en démantèlement et 264 pour les ESP (105 inspections).

Deux inspections de revue ont été réalisées en 2019 :

- sur la centrale nucléaire de [Golfech](#) sur le thème « management de la sûreté et organisation », et en particulier le domaine des facteurs organisationnels et humains (FOH), du retour d'expérience, l'élaboration et le respect de la documentation d'exploitation, la maintenance et la conduite normale ;
- sur la centrale nucléaire de [Fessenheim](#), sur le thème de la préparation aux opérations de démantèlement.

Par ailleurs, les inspecteurs du travail de l'ASN ont mené 577 interventions lors de 225 journées d'inspection dans les centrales nucléaires.

La répartition par thème de ces jours d'inspection par famille est présentée dans le graphique 1.

3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives

141 jours-inspecteur ont été consacrés par l'ASN à l'inspection des activités de transport, répartis sur 92 inspections, dont 41 % de façon inopinée ; leur répartition par thème est illustrée par le graphique 2.

3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité

L'ASN organise son action de contrôle de façon qu'elle soit proportionnée aux enjeux radiologiques, présentés par l'utilisation des rayonnements ionisants, et cohérente avec l'action des autres services d'inspection.

En 2019, 1 641 jours-inspecteur ont été consacrés aux inspections dans les activités du nucléaire de proximité, répartis sur 854 inspections, dont 13 % de façon inopinée. Ce travail d'inspection a été réparti notamment dans les domaines médical, industriel ou de la recherche et vétérinaire.

La répartition des inspections du nucléaire de proximité selon les différentes catégories d'activité est présentée dans les graphiques 3 et 4.

3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN

L'ASN exerce sur les organismes et laboratoires agréés un contrôle de second niveau. Il comprend, outre l'instruction du dossier de demande et la délivrance de l'agrément, des actions de surveillance telles que :

- des audits d'agrément (audit initial ou de renouvellement) ;
- des contrôles pour s'assurer que l'organisation et le fonctionnement de l'organisme sont conformes aux exigences applicables ;

- des contrôles de supervision, le plus souvent inopinés, pour s'assurer que les agents de l'organisme interviennent dans des conditions satisfaisantes.

En 2019, 209 jours-inspecteur ont été consacrés au contrôle d'organismes et de laboratoires agréés, répartis sur 116 inspections, dont 40 % de façon inopinée.

3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels

L'ASN exerce également un contrôle de la radioprotection dans des lieux où l'exposition des personnes aux rayonnements naturels peut être renforcée du fait du contexte géologique sous-jacent (radon dans les établissements recevant du public).

• Contrôler les expositions au radon

L'article R. 1333-33 du code de la santé publique prévoit que les mesures de l'activité volumique du radon dans les établissements recevant du public sont réalisées soit par l'IRSN, soit par des organismes agréés par l'ASN. Ces mesures sont à effectuer entre le 15 septembre d'une année donnée et le 30 avril de l'année suivante.

L'article R. 4451-44 du code du travail prévoit que les vérifications initiales de la concentration d'activité au radon, lorsqu'elle est requise, sont réalisées par des organismes accrédités ou par des organismes agréés par l'ASN.

Le nombre d'organismes agréés selon le type de mesures est indiqué dans le tableau 5.

• Contrôler la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Le contrôle de la radioactivité naturelle des eaux de consommation est exercé par les agences régionales de santé. Les modalités de ces contrôles tiennent compte des recommandations émises par l'ASN et reprises dans la [circulaire de la direction générale de la santé du 13 juin 2007](#).

Les résultats des contrôles sont conjointement exploités par l'ASN et les services du ministère chargé de la santé.

3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant

Les dossiers fournis par l'exploitant ont pour but de démontrer que les objectifs fixés par la réglementation technique générale, ainsi que ceux qu'il s'est lui-même fixés, sont respectés. L'ASN est amenée à vérifier le caractère suffisamment complet du dossier et la qualité de la démonstration.

L'instruction de ces dossiers peut conduire l'ASN à accepter ou non les propositions de l'exploitant, à exiger des compléments d'information ou des études, voire la réalisation de travaux de mise en conformité.

3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des INB

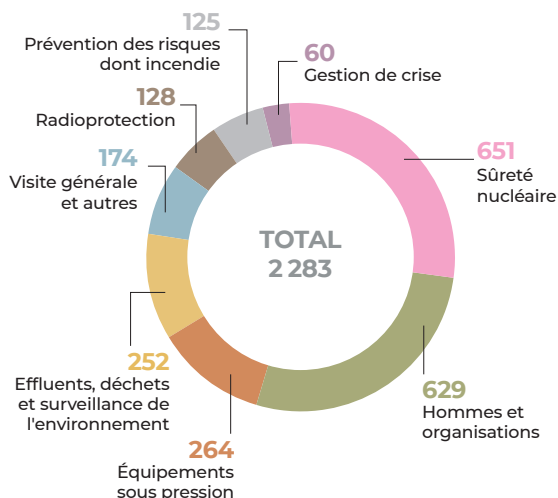
L'examen des documents justificatifs produits par les exploitants et les réunions techniques organisées avec eux constituent l'une des formes du contrôle exercé par l'ASN.

Chaque fois qu'elle le juge nécessaire, l'ASN recueille l'avis d'[appuis techniques](#), dont le principal est l'IRSN. L'évaluation de sûreté implique en effet la collaboration de nombreux spécialistes, ainsi qu'une coordination efficace afin de dégager les points essentiels relatifs à la sûreté et à la radioprotection.

L'évaluation de l'IRSN s'appuie sur des études et des programmes de recherche et développement consacrés à la prévention des risques et à l'amélioration des connaissances sur les accidents. Elle est également fondée sur des échanges techniques approfondis

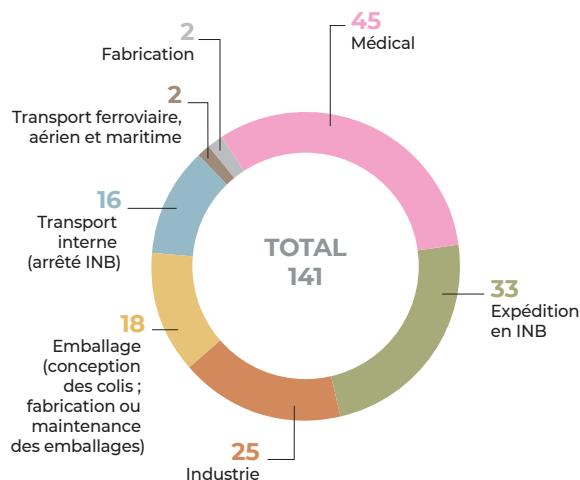
GRAPHIQUE 1

Répartition par thème des jours d'inspection dans les INB en 2019^(*)



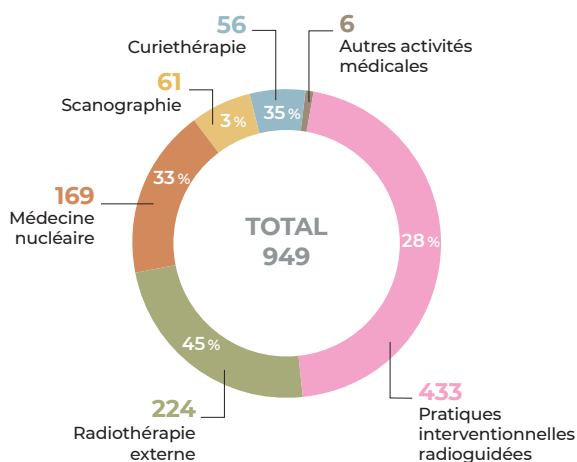
GRAPHIQUE 2

Répartition par thème des jours d'inspection dans le transport de substances radioactives en 2019^(*)



GRAPHIQUE 3

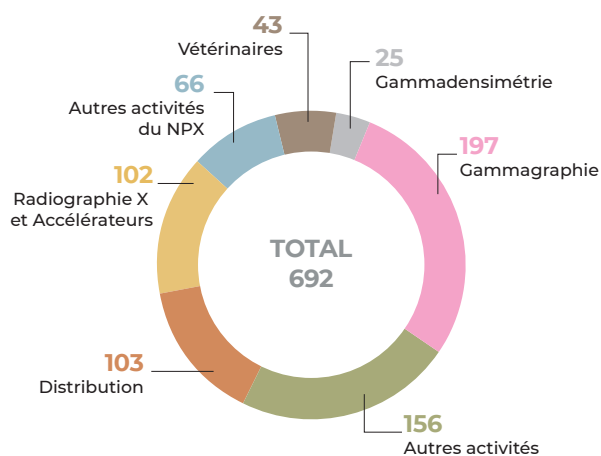
Répartition par nature d'activité des jours d'inspection dans le domaine médical en 2019^(*)



% = pourcentage du parc inspecté

GRAPHIQUE 4

Répartition par nature d'activité des jours d'inspection dans le nucléaire de proximité industriel et vétérinaire en 2019^(*)



* Chiffres arrondis sur les jours d'inspection.

avec les équipes des exploitants qui conçoivent et exploitent les installations. Pour certains dossiers, l'ASN demande l'avis du groupe permanent d'experts compétent ; pour les autres affaires, les analyses de sûreté font l'objet d'avis de l'IRSN transmis directement à l'ASN. La manière dont l'ASN requiert l'avis d'un appui technique et, le cas échéant, d'un GPE est décrite au chapitre 2.

Au stade de la conception et de la construction, l'ASN analyse avec l'aide de son appui technique les rapports de sûreté, qui décrivent et justifient les principes de conception, les calculs de dimensionnement des systèmes et des équipements, leurs règles d'utilisation et d'essais, l'organisation de la qualité mise en place par le maître d'ouvrage et ses fournisseurs. Elle analyse également l'étude d'impact environnemental de l'installation. L'ASN contrôle la construction et la fabrication des ouvrages et équipements, notamment ceux du circuit primaire principal

et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau sous pression (REP). Elle contrôle selon les mêmes principes les colis destinés au transport de substances radioactives.

Une fois l'installation nucléaire mise en service, après autorisation de l'ASN, toutes les modifications de l'installation ou de son mode d'exploitation apportées par l'exploitant de nature à affecter la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de l'environnement sont déclarées à l'ASN ou soumises à son autorisation. Par ailleurs, l'exploitant doit procéder à des réexamens périodiques afin d'actualiser l'appréciation de l'installation en tenant compte de l'évolution des techniques et de la réglementation, ainsi que du retour d'expérience. Les conclusions de ces réexamens sont soumises par l'exploitant à l'ASN qui peut fixer de nouvelles prescriptions pour la poursuite du fonctionnement.

TABLEAU 5

Nombre d'organismes agréés pour la mesure du radon^(*)

	NOMBRE D'ORGANISMES AGRÉÉS (AU 31/12/2019)
Niveau 1 option A ^(**)	78
Niveau 1 option B ^(***)	10
Niveau 2 ^(****)	9

* L'IRSN est également compétent pour la mesure du radon (R. 1333-36 du code de la santé publique).

** Lieux de travail et établissements recevant du public pour tout type de bâtiment.

*** Lieux de travail, cavités et ouvrages souterrains (hors bâtiment).

**** Correspond aux investigations complémentaires.

• Les autres dossiers transmis par les exploitants d'INB

Un volume important de dossiers concerne des thèmes spécifiques comme la protection contre l'incendie, la gestion du combustible des REP, les relations avec les prestataires...

L'exploitant fournit aussi périodiquement des rapports d'activité, ainsi que des bilans sur les prélèvements d'eau, les rejets liquides et gazeux et sur les déchets produits.

3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique

Il appartient à l'ASN d'instruire les demandes de détention et d'utilisation de sources de rayonnements ionisants dans les domaines médical et industriel. L'ASN traite également les procédures prévues en cas d'acquisition, de distribution, d'importation, d'exportation, de cession, de reprise et d'élimination de sources radioactives. Elle s'appuie notamment sur les rapports de contrôle des organismes agréés et les comptes rendus d'exécution des mesures prises pour remédier aux non-conformités constatées lors de ces contrôles.

Outre les vérifications conduites sous la responsabilité des établissements et les contrôles périodiques prévus par la réglementation, l'ASN procède à ses propres contrôles lors de l'instruction des demandes.

3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs

3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies

• Historique

Les conventions internationales ratifiées par la France (article 19vi de la [Convention sur la sûreté nucléaire du 20 septembre 1994](#); article 9v de la [Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs du 5 septembre 1997](#)) imposent aux exploitants d'INB, au titre de la [défense en profondeur](#), de mettre en œuvre un système fiable de détection précoce et de déclaration des anomalies qui peuvent survenir, telles que des défaillances de matériels ou des erreurs d'application des règles d'exploitation. Dix ans avant, [«l'arrêt qualité» du 10 août 1984](#) imposait déjà un tel système.

Fort de l'expérience de trente ans, l'ASN a jugé utile de transposer à la radioprotection et à la protection de l'environnement cette démarche, initialement limitée à la sûreté nucléaire. À cet effet, l'ASN a élaboré trois guides qui définissent les principes et rappellent les obligations des exploitants en matière de déclaration des incidents et accidents :

- le [Guide du 21 octobre 2005](#) regroupe les dispositions applicables aux exploitants d'INB et aux responsables de transports internes. Il concerne les événements significatifs qui intéressent la sûreté nucléaire des INB, le transport de matières radioactives lorsque celui-ci a lieu à l'intérieur du périmètre d'INB ou d'un site industriel sans emprunter la voie publique, la radioprotection et la protection de l'environnement ;

- le [Guide n° 11](#) du 7 octobre 2009, mis à jour en juillet 2015, regroupe les dispositions applicables aux responsables d'activités nucléaires telles que définies par l'article L. 1333-1 du code de la santé publique et aux chefs d'établissements dans lesquels sont utilisés des rayonnements ionisants (activités médicales, industrielles et de recherche mettant en œuvre des rayonnements ionisants) ;
- le [Guide n° 31](#) décrit les modalités de déclaration des événements liés au transport de substances radioactives (voir chapitre 9). Ce guide est applicable depuis le 1^{er} juillet 2017.

Ces [guides](#) sont consultables sur le site internet de l'ASN, [asn.fr](#).

• Qu'est-ce qu'un événement significatif ?

La détection, par les responsables des activités où sont utilisés des rayonnements ionisants, des événements (écarts, anomalies, incidents...) et la mise en œuvre des mesures correctives décidées après analyse jouent un rôle fondamental en matière de prévention des accidents. Par exemple, les exploitants nucléaires détectent et analysent plusieurs centaines d'anomalies chaque année pour chaque réacteur d'EDF.

La hiérarchisation des anomalies doit permettre un traitement prioritaire des plus importantes d'entre elles. La réglementation a défini une catégorie d'anomalies appelée « événement significatif ». Ces événements sont suffisamment importants en termes de sûreté, d'environnement ou de radioprotection pour justifier que l'ASN en soit rapidement informée et qu'elle reçoive ultérieurement une analyse plus complète. Les événements significatifs doivent obligatoirement lui être déclarés, ainsi que le prévoient [l'arrêté du 7 février 2012](#) (article 2.6.4), le code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22), le code du travail (article R. 4451-74) et les textes réglementaires relatifs au transport de substances radioactives (par exemple, [l'accord européen pour le transport de marchandises dangereuses par la route](#)).

Les critères de déclaration aux pouvoirs publics des événements jugés significatifs tiennent compte :

- des conséquences réelles ou potentielles, sur les travailleurs, le public, les patients ou l'environnement, des événements pouvant survenir en matière de sûreté ou de radioprotection ;
- des principales causes techniques, humaines ou organisationnelles ayant entraîné la survenue d'un tel événement.

Ce processus de déclaration s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de la sûreté et de la radioprotection. Il nécessite la participation active de tous les acteurs (utilisateurs de rayonnements ionisants, transporteurs...) à la détection et à l'analyse des écarts.

Il permet aux autorités :

- de s'assurer que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement et a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et éviter son renouvellement ;
- de faire bénéficier d'autres responsables d'activités similaires du retour d'expérience de l'événement.

Ce système n'a pas pour objet l'identification ou la sanction d'une personne ou d'un intervenant.

TABLEAU 6

Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES entre 2014 et 2019

		2014	2015	2016	2017	2018	2019
Installations nucléaires de base	Niveau 0	872	848	847	949	989	1 057
	Niveau 1	99	89	101	87	103	112
	Niveau 2	0	1	0	4	0	3
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total INB	971	938	948	1 040	1 092	1 172
Nucléaire de proximité (médical et industrie)	Niveau 0	157	126	111	144	143	142
	Niveau 1	34	25	30	36	22	35
	Niveau 2	4	2	0	3	0	2
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total NPx	195	153	141	183	165	179
Transport de substances radioactives	Niveau 0	60	56	59	64	88	85
	Niveau 1	3	9	5	2	3	4
	Niveau 2	0	1	0	0	0	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total TSR	63	66	64	66	91	89
Total		1 229	1 157	1 153	1 289	1 348	1 439

Par ailleurs, le nombre et le classement sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (*International Nuclear and Radiological Event Scale – INES*) des événements significatifs survenus dans une installation nucléaire ne sont pas, à eux seuls, des indicateurs du niveau de sûreté de l'installation. En effet, d'une part, la classification sur un niveau donné est réductrice et ne suffit pas à rendre compte de la complexité d'un événement, d'autre part, le nombre d'événements recensés dépend du taux de déclaration. L'évolution du nombre d'événements ne reflète donc pas non plus l'évolution du niveau de sûreté.

3.3.2 La mise en œuvre de la démarche

• La déclaration d'un événement

L'exploitant d'une INB ou la personne responsable d'un transport de substances radioactives est tenu de déclarer dans les meilleurs délais à l'ASN et, le cas échéant, à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation ou de ce transport qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'[article L. 593-1 du code de l'environnement](#).

De même, le responsable d'une activité nucléaire doit déclarer tout événement pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants et susceptible de porter une atteinte significative aux intérêts protégés.

Selon les dispositions du code du travail, l'employeur est tenu de déclarer les événements significatifs affectant ses travailleurs. Lorsque le chef d'une entreprise exerçant une activité nucléaire fait intervenir une entreprise extérieure ou un travailleur non salarié, les événements significatifs concernant les travailleurs salariés ou non salariés sont déclarés conformément aux plans de prévention et aux accords conclus en application des dispositions de l'[article R. 4451-35 du code du travail](#).

Le déclarant apprécie l'urgence de la déclaration au regard de la gravité avérée ou potentielle de l'événement et de la rapidité de réaction nécessaire pour éviter une aggravation de la situation ou limiter les conséquences de l'événement. Le délai de déclaration de deux jours ouvrés, mentionné dans les guides de déclaration de l'ASN, n'a pas lieu d'être lorsque les conséquences de l'événement nécessitent une intervention des pouvoirs publics.

• L'exploitation de la déclaration par l'ASN

L'ASN analyse la déclaration initiale pour vérifier la mise en œuvre des dispositions correctives immédiates, décider de la réalisation d'une inspection sur le site afin d'analyser l'événement de manière approfondie et préparer, s'il y a lieu, l'information du public.

La déclaration est complétée dans les deux mois par un rapport faisant part des conclusions que l'exploitant tire de l'analyse de l'événement et des mesures qu'il prend pour améliorer la sûreté ou la radioprotection et éviter le renouvellement de l'événement. Ces informations sont prises en compte par l'ASN et son appui technique, l'IRSN, pour l'élaboration du programme d'inspection et lors des réexamens périodiques de la sûreté des INB.

L'ASN s'assure que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement, a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et en éviter le renouvellement et a diffusé le retour d'expérience.

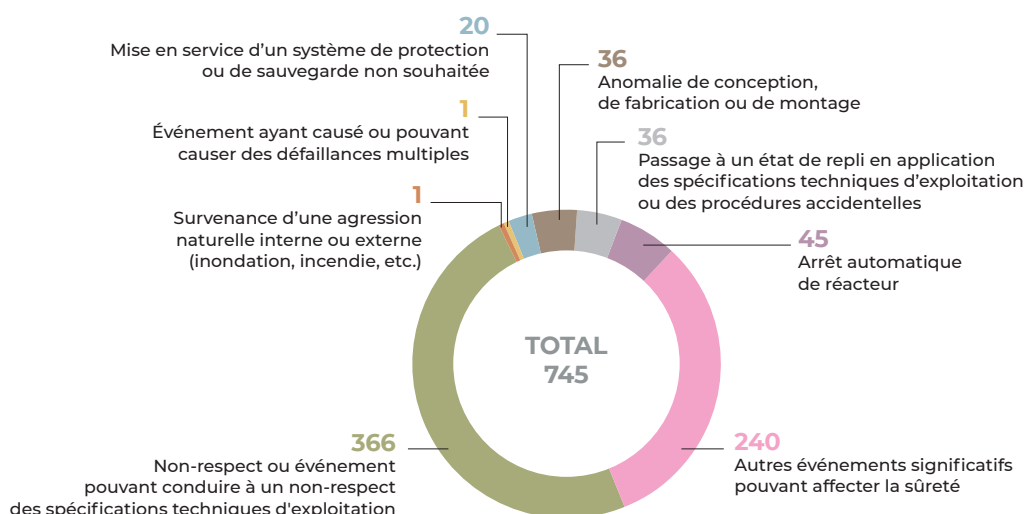
L'examen de l'ASN porte sur le respect des règles en vigueur en matière de détection et de déclaration des événements significatifs, les dispositions immédiates techniques, organisationnelles ou humaines prises par l'exploitant pour maintenir ou amener l'installation dans un état sûr ainsi que sur la pertinence de l'analyse fournie.

L'ASN et l'IRSN effectuent aussi un examen plus global du retour d'expérience des événements. Les comptes rendus d'événements significatifs et les bilans périodiques transmis par les exploitants, ainsi que l'évaluation qui en est faite par l'ASN et l'IRSN constituent une base du retour d'expérience. L'examen du retour d'expérience peut conduire à des demandes de l'ASN d'amélioration de l'état des installations et de l'organisation adoptée par l'exploitant, mais également à des évolutions de la réglementation.

Le retour d'expérience comprend les événements qui se produisent en France et à l'étranger, dans les installations nucléaires ou présentant des risques non radiologiques, si leur prise en compte est pertinente pour renforcer la sûreté ou la radioprotection.

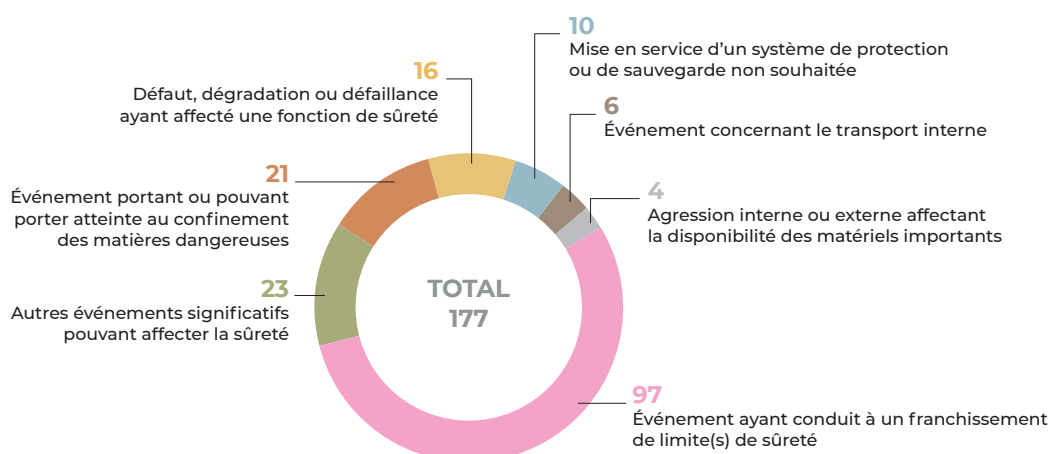
GRAPHIQUE 5

Événements impliquant la sûreté dans les centrales nucléaires déclarés en 2019



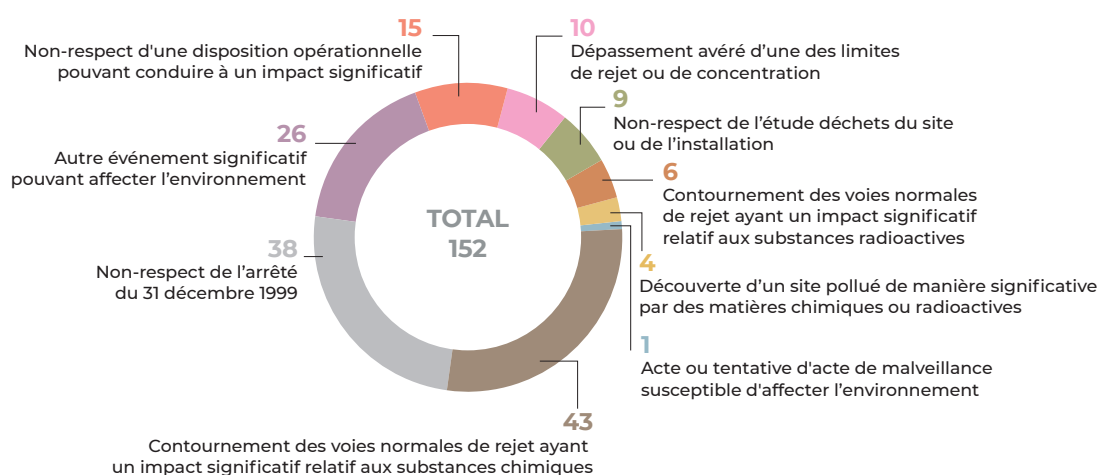
GRAPHIQUE 6

Événements impliquant la sûreté dans les INB autres que les centrales nucléaires déclarés en 2019



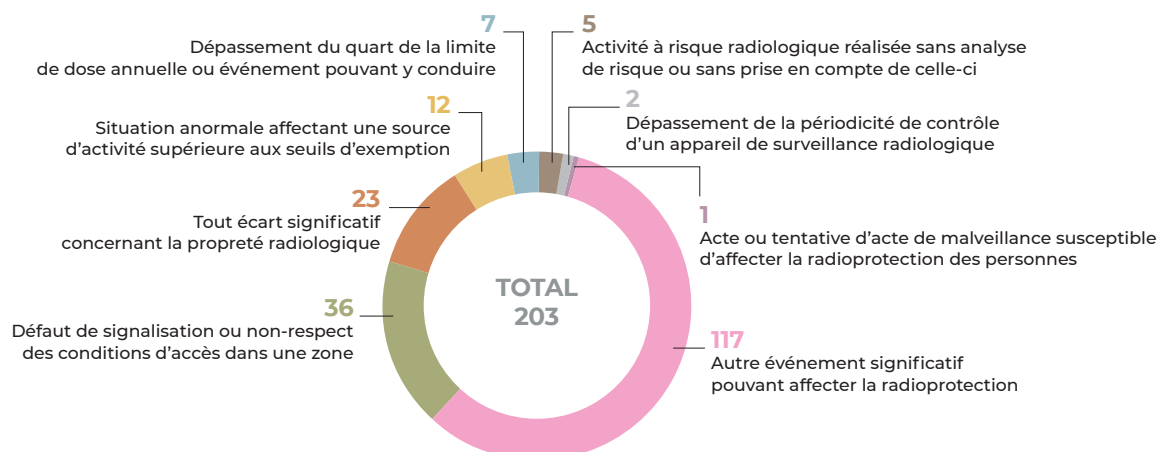
GRAPHIQUE 7

Événements significatifs relatifs à l'environnement dans les INB déclarés en 2019



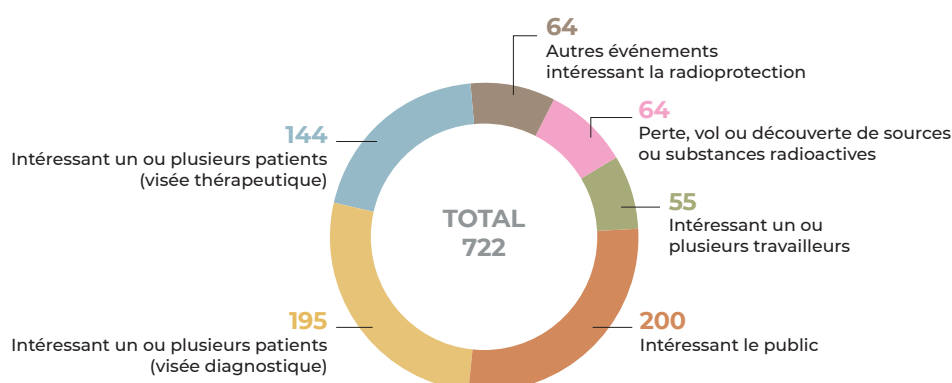
GRAPHIQUE 8

Événements impliquant la radioprotection dans les INB déclarés en 2019



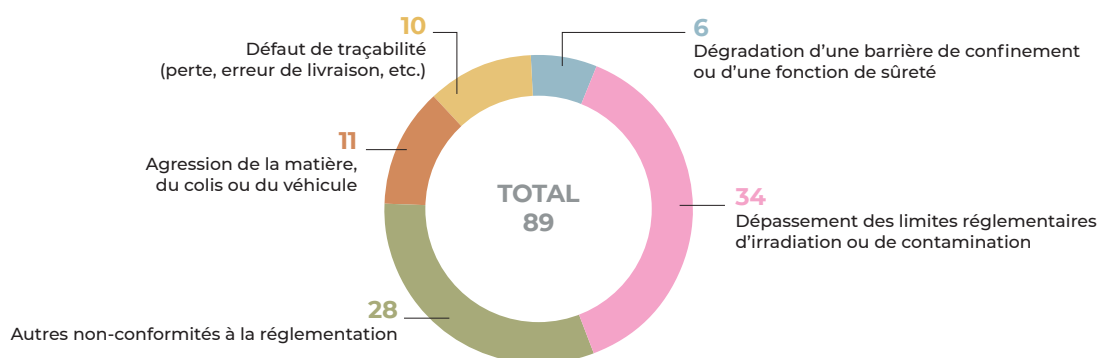
GRAPHIQUE 9

Événements impliquant la radioprotection (hors INB et TSR) déclarés en 2019



GRAPHIQUE 10

Événements impliquant le transport de substances radioactives déclarés en 2019



3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire

L'ASN a le pouvoir de diligenter une enquête technique en cas d'incident ou d'accident dans une activité nucléaire. Cette enquête consiste à collecter et analyser les informations utiles, sans préjudice de l'enquête judiciaire éventuelle, afin de déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'événement et, si nécessaire, d'établir les recommandations nécessaires. Les [articles L. 592-35](#) et suivants du [code de l'environnement](#) donnent à l'ASN le pouvoir de constituer la mission d'enquête, d'en déterminer la composition (agents ASN et personnes extérieures), de définir l'objet et l'étendue des investigations et d'accéder aux éléments nécessaires en cas d'enquête judiciaire.

Le [décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007](#) relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire précise la procédure à mettre en œuvre. Elle s'appuie sur les pratiques établies pour les autres bureaux d'enquêtes et tient compte des spécificités de l'ASN, notamment son indépendance, ses missions propres, sa capacité à imposer des prescriptions ou à prendre des sanctions.

3.3.4 Le bilan statistique des événements

En 2019, 2088 événements significatifs ont été déclarés à l'ASN :

- 1 277 événements significatifs concernant la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'environnement et le transport interne de matières dangereuses dans les INB dont 1 172 sont classés sur l'échelle INES (1 057 événements de niveau 0, 112 événements de niveau 1 et 3 événements de niveau 2). Parmi ces événements, 29 événements significatifs ont été classés comme des « événements génériques » – ils concernent plusieurs réacteurs, dont 4 au niveau 1 de l'échelle INES et 1 au niveau 2 de l'échelle INES ;
- 89 événements significatifs concernant le transport de substances radioactives sur la voie publique, dont 4 événements de niveau 1 sur l'échelle INES ;
- 722 événements significatifs concernant la radioprotection pour le nucléaire de proximité, dont 179 classés sur l'échelle INES (35 événements de niveau 1 et 2 événements de niveau 2).

En 2019, 5 événements ont été classés au niveau 2 sur l'échelle INES :

- trois événements dans le domaine des installations nucléaires de base : le premier est relatif à des composants électriques défectueux rendant indisponibles des systèmes de secours sur la centrale nucléaire de [Penly](#). Le deuxième concerne un non-respect des règles générales d'exploitation lors des opérations de vidange du circuit primaire sur la centrale nucléaire de [Golfech](#). Le dernier est un « événement générique » concernant les centrales nucléaires de Saint-Laurent-des-Eaux, Civaux, Paluel et Gravelines et portant sur un risque de dégradation des tuyauteries des groupes électrogènes de secours à moteur diesel du fait de leur potentiel contact avec des éléments de génie civil en cas de séisme (voir encadré au chapitre 10). À noter également que les résultats d'investigations complémentaires réalisées par EDF en réponse aux demandes de l'ASN à la suite d'écarts relatifs à un défaut de résistance au séisme des systèmes auxiliaires des groupes électrogènes de secours à moteur diesel ont conduit EDF à élargir en 2019 le périmètre d'un événement déclaré en 2017 et à reclasser cet événement au niveau 2 sur l'échelle INES pour les réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey et de la centrale nucléaire de Fessenheim.
- deux événements dans le domaine du nucléaire de proximité : le premier concerne un [travailleur réalisant des prestations de maintenance](#) en génie climatique et énergétique sur des sites exerçant des [activités nucléaires](#) et ayant reçu lors de ses interventions une dose efficace supérieure à la valeur limite

réglementaire définie par le code du travail, le second concerne le dépassement en une fois par un [membre d'un service de médecine nucléaire](#) de la valeur limite d'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants définie par le code du travail.

Comme indiqué précédemment, ces données doivent être utilisées avec précaution : elles ne constituent pas à elles seules un indicateur de sûreté. L'ASN encourage les exploitants à la déclaration des incidents, ce qui contribue à la transparence et au partage d'expérience.

La répartition des événements significatifs classés sur l'échelle INES est précisée dans le tableau 6. L'échelle INES n'étant pas applicable aux événements significatifs intéressant les patients, le classement sur l'[échelle ASN-SFRO](#)⁽²⁾ des événements significatifs intéressant un ou plusieurs patients en radiothérapie est précisé au chapitre 7.

De même, les événements significatifs relatifs à l'environnement, mais impliquant des substances non radiologiques, ne sont pas couverts par l'échelle INES.

Ces événements sont caractérisés comme étant hors échelle INES.

Les graphiques 5 à 10 détaillent les événements significatifs déclarés à l'ASN en 2019 en les distinguant selon les critères de déclaration pour chaque domaine d'activité.

3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations

L'action de contrôle est complétée par des [actions de sensibilisation](#) qui visent à faire connaître la réglementation et à la décliner dans des termes pratiques adaptés aux différentes professions. L'ASN souhaite encourager et accompagner les initiatives des organisations professionnelles qui entreprennent cette démarche par l'établissement de guides de bonnes pratiques et d'informations professionnelles.

L'ASN a édité en 2019 deux fiches « éviter l'accident » ayant pour objectif de partager ses analyses du REX.

La sensibilisation passe également par des actions concertées avec d'autres administrations et organismes qui contrôlent les mêmes installations, mais avec des prérogatives distinctes. On peut citer l'inspection du travail, l'inspection des dispositifs médicaux par l'ANSM, l'inspection des activités médicales confiée aux corps techniques du ministère chargé de la santé, ou le contrôle général des armées qui exerce le contrôle des activités relevant du nucléaire de proximité au ministère des Armées.

3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN

Attentive à la coordination des services de l'État, l'ASN informe les autres services de l'administration intéressés de son programme de contrôle, des suites de ses contrôles, des sanctions prises à l'encontre des exploitants et des événements significatifs.

Pour assurer la transparence du contrôle qu'elle exerce, l'ASN informe le public par la mise en ligne sur [asn.fr](#) :

- de ses [décisions](#) ;
- des [lettres de suite d'inspection](#) pour toutes les activités qu'elle contrôle ;
- des [agréments et habilitations](#) qu'elle délivre ou refuse ;
- des [avis d'incidents](#) ;
- du bilan des [arrêts de réacteur](#) ;
- de ses [publications thématiques](#).

2. Cette échelle permet une communication vers le public, en des termes accessibles et explicites, sur les événements de radioprotection conduisant à des effets inattendus ou imprévisibles affectant des patients dans le cadre d'une procédure médicale de radiothérapie.

4. Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement

4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires

4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets

L'arrêté INB du 7 février 2012 et la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée fixent les prescriptions générales applicables à toute INB encadrant leurs prélèvements d'eau et leurs rejets. En complément de ces dispositions, l'ASN a défini, dans sa [décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017](#), les modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement applicables spécifiquement aux REP. Cette décision a été homologuée par le ministre de la Transition écologique et solidaire par [arrêté du 14 juin 2017](#).

Outre les dispositions générales précitées, des décisions de l'ASN fixent, pour chaque installation, les prescriptions particulières qui lui sont applicables, notamment les limites de prélèvements d'eau et de rejet.

• La surveillance des rejets des INB

La surveillance des rejets d'une installation relève en premier lieu de la responsabilité de l'exploitant. Les prescriptions de l'ASN encadrant les rejets prévoient les contrôles minimaux que l'exploitant doit mettre en œuvre. Cette surveillance s'exerce sur les effluents liquides ou gazeux (suivi de l'activité des rejets, caractérisation de certains effluents avant rejet...) et sur l'environnement à proximité de l'installation (contrôles au cours du rejet, prélèvements d'air, d'eau, de lait, d'herbe...). Les résultats de cette surveillance sont consignés dans des registres transmis chaque mois à l'ASN.

Par ailleurs, les exploitants d'INB transmettent régulièrement à un laboratoire indépendant, pour analyse contradictoire, un certain nombre de prélèvements réalisés sur les rejets. Les résultats de ces contrôles, dits « contrôles croisés », sont communiqués à l'ASN. Ce programme de contrôles croisés, défini par l'ASN, permet de s'assurer du maintien dans le temps de la justesse des mesures réalisées par les laboratoires des exploitants.

• Les inspections menées par l'ASN

L'ASN s'assure, grâce à des inspections dédiées, que les exploitants respectent bien les dispositions réglementaires qui leur incombent en matière de maîtrise des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire de leurs installations. Chaque année, elle réalise environ 90 inspections de ce type, qui se répartissent en trois thèmes :

- prévention des pollutions et maîtrise des nuisances ;
- prélèvements d'eau et rejets d'effluents, surveillance des rejets et de l'environnement ;
- gestion des déchets.

Chacun de ces thèmes couvre à la fois les domaines radiologique et non radiologique.

L'ASN réalise également, chaque année, 10 à 20 inspections avec prélèvements et mesures, généralement inopinées, conduites avec l'appui de laboratoires spécialisés et indépendants mandatés par l'ASN. Des prélèvements d'échantillons dans les effluents et dans l'environnement sont réalisés en vue d'analyses radiologiques et chimiques. Enfin, l'ASN réalise chaque année plusieurs inspections renforcées qui visent à contrôler l'organisation mise en œuvre par l'exploitant pour la protection de l'environnement ; le champ de l'inspection est alors élargi à l'ensemble des thèmes

précités ci-dessus. Dans ce cadre, des mises en situation telles que des exercices visant à tester l'organisation relative à la gestion d'une pollution peuvent notamment être effectuées.

• Plan micropolluants 2016-2021

Le plan micropolluants⁽³⁾ 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et la biodiversité, présenté par la ministre chargée de l'écologie en septembre 2016, vise à protéger les eaux de surface, les eaux souterraines, le biote, les sédiments et les eaux destinées à la consommation humaine vis-à-vis de toutes les molécules susceptibles de polluer les ressources en eau, notamment celles préalablement identifiées lors des campagnes de recherche des substances dangereuses dans l'eau (RSDE). Ce plan répond aux objectifs de bon état des eaux fixés par la directive-cadre sur l'eau et participe à ceux de la directive-cadre stratégie pour le milieu marin en limitant l'apport de polluants via les cours d'eau au milieu marin.

Pour les centrales nucléaires, les campagnes de recherche des substances dangereuses dans l'eau avaient conclu à la nécessité de suivre particulièrement les rejets en cuivre et en zinc. Dans le cadre du plan micropolluants, l'action de l'ASN engagée depuis 2017 comprend trois volets :

- le suivi de la mise en œuvre effective du plan d'action proposé par EDF pour réduire les rejets de cuivre et de zinc (remplacement progressif des tubes de condenseur en laiton par des tubes en inox ou en titane) ;
- le suivi de l'évolution des rejets de ces substances ;
- la révision, si nécessaire, des prescriptions individuelles fixant les valeurs limites d'émission de ces substances pour les centrales nucléaires.

Pour permettre, entre autres, la révision des valeurs limites d'émissions en cuivre et en zinc, l'ASN conduit, depuis la fin de l'année 2018, des travaux de révision des décisions encadrant les rejets et prélèvements d'eau des centrales nucléaires de [Dampierre-en-Burly](#) et de [Belleville-sur-Loire](#).

• La comptabilisation des rejets des INB

Les règles de comptabilisation des rejets, tant radioactifs que chimiques, sont fixées dans la réglementation générale par la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base. Ces règles ont été fixées de façon à garantir que les valeurs de rejet comptabilisées par les exploitants, prises notamment en compte dans les calculs d'impact, ne seront en aucun cas sous-estimées.

Exploiter le retour d'expérience

À la suite de l'incendie survenu le 26 septembre 2019 dans l'établissement Lubrizol à Rouen, l'ASN a demandé aux exploitants d'INB de réaliser le retour d'expérience de cet accident. L'ASN renforcera le nombre d'inspections réalisées sur le thème de la maîtrise des risques non radiologiques dans les INB en 2020 et dans les années suivantes. L'ASN participera également aux travaux qui seront menés, afin de tirer le retour d'expérience de la gestion de l'événement.

3. Un micropolluant peut être défini comme une substance indésirable détectable dans l'environnement à très faible concentration. Sa présence est, au moins en partie, due à l'activité humaine (procédés industriels, pratiques agricoles ou activités quotidiennes) et peut, à ces très faibles concentrations, engendrer des effets négatifs sur les organismes vivants en raison de sa toxicité, de sa persistance et de sa bioaccumulation.

Pour les rejets de substances radioactives, la comptabilisation ne repose pas sur des mesures globales, mais sur une analyse par radionucléide, en introduisant la notion de « spectre de référence », listant les radionucléides spécifiques au type de rejet considéré.

Les principes sous-tendant les règles de comptabilisation sont les suivants :

- les radionucléides dont l'activité mesurée est supérieure au seuil de décision de la technique de mesure sont tous comptabilisés ;
- les radionucléides du « spectre de référence » dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision (voir encadré ci-contre) sont comptabilisés au niveau du seuil de décision.

Pour les rejets de substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription de l'ASN, lorsque les valeurs de concentration mesurées sont inférieures à la limite de quantification, l'exploitant est tenu de déclarer par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée.

• Le suivi des rejets dans le domaine médical

En application de la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#), des mesures de la radioactivité sont réalisées sur les effluents issus des établissements producteurs. Dans les centres hospitaliers hébergeant un service de médecine nucléaire, ces mesures portent principalement sur l'iode-131 et le technétium-99m. Compte tenu des difficultés rencontrées pour mettre en place les autorisations de déversement de radionucléides dans les réseaux publics d'assainissement prévues par le code de la santé publique, l'ASN a créé un groupe de travail associant administrations, « producteurs » (médecins nucléaires, chercheurs) et professionnels de l'assainissement. Le rapport de ce groupe de travail formulant des recommandations pour améliorer l'efficacité de la réglementation a été présenté en octobre 2016 au Groupe permanent d'experts en radioprotection ([GPRADE](#)), pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement. L'ASN a consulté les parties prenantes en 2017 sur ce sujet. Le rapport du groupe de travail et une lettre-circulaire destinée aux professionnels concernés ont été [publiés sur le site Internet de l'ASN](#) le 14 juin 2019.

Dans le domaine du nucléaire de proximité industriel, peu d'établissements rejettent des effluents en dehors des cyclotrons (voir chapitre 8). Les rejets et leur surveillance font l'objet de prescriptions dans les autorisations délivrées et d'une attention particulière lors des inspections.

4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des installations

En application du principe d'optimisation, l'exploitant doit réduire l'impact radiologique de son installation à des valeurs aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables.

L'exploitant est tenu d'évaluer l'impact dosimétrique induit par son activité. Cette obligation découle, selon les cas, de l'[article L. 1333-8 du code de la santé publique](#) ou de la réglementation relative aux rejets des INB (article 5.3.2 de la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB). Le résultat est à apprécier en considérant la limite annuelle de dose admissible pour le public (1 mSv/an [millisievert par an]) définie à l'[article R. 1333-11 du code de la santé publique](#). Cette limite réglementaire correspond à la somme des doses efficaces reçues par le public du fait des activités nucléaires devant rester inférieure à cette limite.

En pratique, seules des traces de radioactivité artificielle sont détectables au voisinage des installations nucléaires ; en surveillance de routine, les mesures effectuées sont dans la plupart

des cas inférieures aux seuils de décision ou reflètent la radioactivité naturelle. Ces mesures ne pouvant servir à l'estimation des doses, il est nécessaire de recourir à des modélisations du transfert de la radioactivité à l'homme sur la base des mesures des rejets de l'installation. Ces modèles sont propres à chaque exploitant et sont détaillés dans l'étude d'impact de l'installation. Lors de son analyse, l'ASN s'attache à vérifier le caractère conservatif de ces modèles afin de s'assurer que les évaluations d'impact ne sont pas sous-estimées.

En complément des estimations d'impact réalisées à partir des rejets des installations, des programmes de surveillance de la radioactivité présente dans l'environnement (milieux aquatiques, air, terre, lait, herbe, productions agricoles...) sont imposés aux exploitants, notamment pour vérifier le respect des hypothèses retenues dans l'étude d'impact et suivre l'évolution du niveau de la radioactivité dans les différents compartiments de l'environnement autour des installations (voir point 4.1.1).

L'estimation des doses dues aux INB pour une année donnée est effectuée à partir des rejets réels de chaque installation, comptabilisés pour l'année considérée. Cette évaluation prend en compte les rejets par les émissaires identifiés (cheminée, conduite de rejet vers le milieu fluvial ou marin), les émissions diffuses non canalisées vers des émissaires (par exemple, évent de réservoir) et les sources d'exposition radiologique aux rayonnements ionisants présentes dans l'installation.

L'estimation est effectuée par rapport à un ou plusieurs groupes de référence identifiés. Il s'agit de groupes homogènes de personnes (adulte, nourrisson, enfant) recevant la dose moyenne la plus élevée parmi l'ensemble de la population exposée à une installation donnée selon des scénarios réalistes (tenant compte de la distance au site, des données météorologiques...). L'ensemble de ces paramètres, qui sont spécifiques à chaque site, explique la plus grande partie des différences observées d'un site à l'autre et d'une année sur l'autre.

Le tableau intitulé « Impact radiologique des INB depuis 2012 » du chapitre 1 présente l'évaluation des doses dues aux INB, calculée par les exploitants pour les groupes de référence les plus exposés.

Pour chacun des sites nucléaires présentés, l'impact radiologique reste très inférieur ou, au plus, de l'ordre du pourcent de la limite pour le public, cette limite étant de 1 mSv/an (millisievert par an). Ainsi, en France, les rejets produits par l'industrie nucléaire ont un impact radiologique très faible.

4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen

L'[article 35 du traité Euratom](#) impose aux États membres de mettre en place des installations de contrôle permanent de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol afin de garantir le contrôle du respect des normes de base pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. Tout État membre, qu'il dispose d'installations nucléaires ou non, doit donc mettre en place un dispositif de surveillance de l'environnement sur l'ensemble de son territoire.

L'article 35 dispose également que la Commission européenne peut accéder aux installations de contrôle pour en vérifier le fonctionnement et l'efficacité. Lors de ses vérifications, elle fournit un avis sur les moyens de suivi mis en place par les États membres pour les rejets radioactifs dans l'environnement, ainsi que pour les niveaux de radioactivité de l'environnement autour des sites nucléaires et sur le territoire national. Elle donne notamment son appréciation sur les équipements et méthodologies utilisés pour cette surveillance, ainsi que sur l'organisation mise en place.

Depuis 1994, la Commission européenne a effectué les visites de vérification suivantes :

- l'usine de retraitement de [La Hague](#) et le [centre de stockage de la Manche](#) de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) en 1996 ;
- la centrale nucléaire de [Chooz](#) en 1999 ;
- la centrale nucléaire de [Belleville-sur-Loire](#) en 1994 et 2003 ;
- l'usine de retraitement de La Hague en 2005 ;
- le site nucléaire de [Pierrelatte](#) en 2008 ;
- les anciennes mines d'uranium du Limousin en 2010 ;
- le site CEA de [Cadarache](#) en 2011 ;
- les installations de surveillance de la radioactivité de l'environnement en région parisienne en 2016 ;
- l'usine de retraitement de La Hague en 2018.

4.2 La surveillance de l'environnement

4.2.1 Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

En France, de nombreux acteurs participent à la surveillance de la radioactivité de l'environnement :

- les exploitants d'installations nucléaires qui réalisent une surveillance autour de leurs sites ;
- l'ASN, l'IRSN (dont les missions définies par le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) comprennent la participation à la surveillance radiologique de l'environnement), les ministères (direction générale de la santé, direction générale de l'alimentation, direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes...), les services de l'État et autres acteurs publics réalisant des missions de surveillance du territoire national ou de secteurs particuliers (denrées alimentaires par exemple, contrôlées par le ministère chargé de l'agriculture) ;
- les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (collectivités locales), les associations de protection de l'environnement et les commissions locales d'information ([CLI](#)).

Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement ([RNM](#)) fédère l'ensemble de ces acteurs. Il a pour principal objectif de réunir et de mettre à disposition du public sur un site internet spécifique ([mesure-radioactivite.fr](#)) l'intégralité des mesures environnementales effectuées dans un cadre réglementaire sur le territoire national. La qualité de ces mesures est assurée par une procédure d'agrément des laboratoires (voir point 4.3).

Les orientations du RNM sont décidées au sein du comité de pilotage du réseau, qui regroupe des représentants de l'ensemble des parties prenantes au réseau : services ministériels, agences régionales de santé, représentants des laboratoires des exploitants nucléaires ou associatifs, membres de commissions locales d'information, IRSN, ASN...

4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement

Les exploitants sont responsables de la surveillance de l'environnement autour de leurs installations. Le contenu des programmes de surveillance à mettre en œuvre à ce titre (mesures à réaliser et périodicité) est défini dans la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée ainsi que dans les prescriptions individuelles applicables à chaque installation (décret d'autorisation de création, arrêtés d'autorisation de rejets ou décisions de l'ASN), indépendamment des dispositions complémentaires que peuvent prendre les exploitants pour leur propre suivi.

Cette surveillance de l'environnement permet :

- de contribuer à la connaissance de l'état radiologique et radioécologique de l'environnement de l'installation par la réalisation de mesures relatives aux paramètres et substances réglementés dans les prescriptions, dans les différents compartiments

Pour parler mesure

- Le seuil de décision (SD) est la valeur au-dessus de laquelle on peut conclure avec un degré de confiance élevé qu'un radionucléide est présent dans l'échantillon.
- La limite de détection (LD) est la valeur à partir de laquelle la technique de mesure permet de quantifier un radionucléide avec une incertitude raisonnable (l'incertitude est d'environ 50 % au niveau de la LD).

De façon simplifiée, $LD \approx 2 \times SD$.

Pour les résultats de mesures sur des substances chimiques, la limite de quantification est équivalente à la limite de détection utilisée pour la mesure de radioactivité.

Spectres de référence

Pour les centrales nucléaires, les spectres de référence des rejets comprennent les radionucléides suivants :

- Rejets liquides : tritium, carbone-14, iode-131, autres produits de fission et d'activation (manganèse-54, cobalt-58, cobalt-60, nickel-63, argent-110m, tellure-123m, antimoine-124, antimoine-125, césium-134, césium-137) ;
- Rejets gazeux : tritium, carbone-14, iodes (iode-131, iode-133), autres produits de fission et d'activation (cobalt-58, cobalt-60, césium-134, césium-137), gaz rares : xénon-133 (rejets permanents des réseaux de ventilation, vidange de réservoirs de stockage des effluents « RS » et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-135 (rejets permanents des réseaux de ventilation et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-131m (vidange de réservoirs RS), krypton-85 (vidange de réservoirs RS), argon-41 (lors de la décompression des bâtiments réacteurs).

de l'environnement (air, eau, sol), ainsi que dans les biotopes et la chaîne alimentaire (lait, végétaux...) : un état initial, servant de référence, est réalisé avant la création de l'installation ; la surveillance de l'environnement tout au long de la vie de l'installation permet d'en suivre l'évolution ;

- de contribuer à vérifier que l'impact de l'installation sur la santé et l'environnement est conforme à l'étude d'impact ;
- de détecter le plus précocement possible une élévation anormale de la radioactivité ;
- de s'assurer de l'absence de dysfonctionnement de l'installation, notamment par le contrôle des nappes d'eaux souterraines et du respect de la réglementation par les exploitants ;
- de contribuer à la transparence et à l'information du public par la transmission des données de surveillance au RNM.

4.2.3 Le contenu de la surveillance

Tous les sites nucléaires qui émettent des rejets en France font l'objet d'une surveillance systématique de l'environnement. Ce suivi est proportionné aux risques ou inconvénients que peut présenter l'installation pour l'environnement tels qu'ils sont décrits dans le dossier d'autorisation et notamment l'étude d'impact.

La surveillance réglementaire de l'environnement des INB est adaptée à chaque type d'installation selon qu'il s'agit d'un réacteur électronucléaire, d'une usine, d'une installation de recherche, d'un

centre de stockage de déchets... Le contenu minimal de cette surveillance est défini par l'[arrêté du 7 février 2012](#) modifié fixant les règles générales relatives aux INB et par la [décision du 16 juillet 2013](#) modifiée précitée. Cette décision impose aux exploitants d'INB de faire effectuer les mesures réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement par des laboratoires agréés.

En fonction des spécificités locales, la surveillance peut varier d'un site à l'autre. Le tableau 7 présente des exemples de surveillance effectuée par l'exploitant d'une centrale électronucléaire et d'un centre de recherche ou usine.

Lorsque plusieurs installations (INB ou non) sont présentes sur un même site, la surveillance peut être commune à l'ensemble de ces installations, comme cela est par exemple le cas sur les sites de [Cadarache](#) et du [Tricastin](#) depuis 2006.

Ces principes de surveillance sont complétés dans les prescriptions individuelles des installations par des dispositions de surveillance spécifiques aux risques présentés par les procédés industriels qu'elles utilisent.

Chaque année, outre la transmission réglementaire des résultats de la surveillance à l'ASN, les exploitants transmettent près de 120 000 mesures au RNM.

4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN

La surveillance de l'environnement effectuée par l'IRSN sur l'ensemble du territoire national est réalisée au moyen de [réseaux de mesure et de prélèvement](#) consacrés à :

- la surveillance de l'air (aérosols, eaux de pluie, activité gamma ambiante);
- la surveillance des eaux de surface (cours d'eau) et des eaux souterraines (nappes phréatiques);
- la surveillance de la chaîne alimentaire de l'homme (lait, céréales, poissons...);
- la surveillance continentale terrestre (stations de référence éloignées de toute installation industrielle).

Cette surveillance repose sur :

- la surveillance en continu *in situ* par des systèmes autonomes (réseaux de télésurveillance) permettant la transmission en temps réel des résultats parmi lesquels on trouve :
 - le réseau [Téléray](#) (radioactivité gamma ambiante de l'air) qui s'appuie sur des balises de mesure en continu et sur l'ensemble du territoire. Ce réseau est en cours de densification autour des sites nucléaires dans la zone de 10 à 30 kilomètres autour des INB;
 - le réseau [Hydrotéléray](#) (surveillance des principaux cours d'eau, en aval de toutes les installations nucléaires et avant leur sortie du territoire national);
- des réseaux de prélèvement en continu avec mesures en laboratoire, comme le [Réseau de mesure de la radioactivité des aérosols atmosphériques](#);
- le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides.

L'IRSN réalise chaque année plus de 25 000 prélèvements dans l'environnement, tous compartiments confondus (hors réseaux de télémessures).

Les niveaux de radioactivité mesurés en France sont stables et se situent à des niveaux très faibles, généralement à la limite de la sensibilité des instruments de mesure. La radioactivité artificielle détectée dans l'environnement résulte essentiellement des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés dans les années 1960 et de l'[accident de Tchernobyl](#). Des traces

de radioactivité artificielle liées aux rejets peuvent parfois être détectées à proximité des installations. À cela peuvent s'ajouter très localement des contaminations sans enjeu sanitaire issues d'incidents ou d'activités industrielles passées.

À partir des résultats de la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire publiés dans le RNM et conformément aux dispositions de la [décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008](#) modifiée, l'IRSN publie régulièrement un [Bilan de l'état radiologique de l'environnement français](#). La troisième édition de ce bilan a été publiée à la fin de l'année 2018 et correspond à la période 2015-2017. En complément, l'IRSN établit également des constats radiologiques régionaux fournissant une information plus précise sur un territoire donné.

4.3 Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures

Les articles [R. 1333-25](#) et [R. 1333-26](#) du code de la santé publique prévoient la création d'un RNM et d'une procédure d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité par l'ASN. Les modalités de fonctionnement du RNM sont définies par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

La mise en place de ce réseau répond à deux objectifs majeurs :

- poursuivre une politique d'assurance de la qualité des mesures de la radioactivité de l'environnement par l'instauration d'un agrément des laboratoires, délivré par décision de l'ASN;
- assurer la transparence en mettant à disposition du public les résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement et des informations sur l'impact radiologique du nucléaire en France sur le site internet du [RNM](#) (voir point 4.2.1).

Les agréments couvrent toutes les matrices environnementales pour lesquelles une surveillance réglementaire est imposée aux exploitants : eaux, sols ou sédiments, matrices biologiques (faune, flore, lait), aérosols et gaz atmosphériques. Les mesures concernent les principaux radionucléides artificiels ou naturels, émetteurs gamma, bêta ou alpha ainsi que la dosimétrie gamma ambiante (voir tableau 9). La liste des types de mesure couverts par un agrément est définie par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

Au total, un agrément couvre une cinquantaine de mesures, auxquelles correspondent autant d'essais de comparaison interlaboratoires (EIL). Ces essais sont organisés par l'IRSN sur un cycle de cinq ans, correspondant à la durée maximale de validité des agréments.

Afin d'établir un retour d'expérience des essais de comparaison interlaboratoires organisés par l'IRSN depuis leur mise en place en 2003, l'ASN et l'IRSN ont décidé d'organiser conjointement un séminaire en 2020 rassemblant l'ensemble des acteurs de la sphère de la surveillance de l'environnement (laboratoires des exploitants des installations nucléaires, établissements publics, universitaires, privés, associatifs ou étrangers...).

4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires

La décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée précise l'organisation du réseau national et fixe les dispositions d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement.

La procédure d'agrément comprend notamment :

- la présentation d'un dossier de demande par le laboratoire intéressé après participation à un essai de comparaison interlaboratoires;
- son instruction par l'ASN;
- l'examen des dossiers de demande par une commission d'agrément pluraliste qui émet un avis sur des dossiers rendus anonymes.

Surveillance de l'environnement et limitation des rejets radioactifs des installations nucléaires : l'exemple du tritium

Les rejets de [tritium](#) des installations nucléaires sont soumis à autorisation ministérielle (décret de création) complétée par des prescriptions de l'ASN encadrant les conditions sous lesquelles les rejets peuvent être effectués. Leurs effets directs et indirects sur la santé et l'environnement sont évalués par l'exploitant dans l'étude d'impact de l'installation. Les rejets dans le milieu naturel et leurs effets doivent être aussi faibles que possible par l'utilisation par l'exploitant des meilleures technologies disponibles. Les valeurs limites de rejets pour chaque installation sont fixées par décision de l'ASN.

À la suite de la publication en juin 2019 par l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO) d'un rapport faisant état d'une valeur inhabituelle en tritium (310 Bq/L – becquerels par litre) mesurée dans un échantillon prélevé dans la Loire à Saumur en janvier 2019, l'ASN a mené différentes investigations, en lien avec l'IRSN, afin de comprendre l'origine de cette valeur inhabituelle. Elle a en particulier réexaminé l'ensemble des registres de déclaration des rejets transmis mensuellement par les exploitants, réalisé une inspection réactive et inopinée de la centrale nucléaire de [Chinon](#),

pris contact avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) en charge du contrôle des installations nucléaires de base secrètes et interrogé les industriels autorisés à détenir des sources de tritium. Ces actions n'ont à ce jour pas permis d'identifier l'origine de la valeur inhabituelle mesurée précitée. L'ASN a rappelé que cette concentration ponctuelle et inhabituelle n'a pas entraîné de conséquences pour les personnes et l'environnement. À titre de comparaison, la valeur-guide dans l'eau potable recommandée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) est de 10 000 Bq/L.

Afin de poursuivre les investigations, l'ASN et l'IRSN ont décidé le lancement, en 2020, d'une campagne de mesures dans la zone concernée, à laquelle seront associées les différentes parties prenantes.

L'ASN a tenu le public informé en publiant notamment deux notes d'information sur son site internet en [juin](#) et [octobre](#) 2019.

Une nouvelle information sera diffusée dans le courant de l'année 2020 lors du lancement de la campagne de mesures.

Les laboratoires sont agréés par décision de l'ASN publiée dans son [Bulletin officiel](#). La liste des laboratoires agréés est actualisée tous les 6 mois.

4.3.2 La commission d'agrément

La commission d'agrément a pour mission de s'assurer que les laboratoires de mesure ont les compétences organisationnelles et techniques pour fournir au RNM des résultats de mesures de qualité.

La commission est compétente pour proposer l'agrément, le refus, le retrait ou la suspension d'agrément à l'ASN. Elle se prononce sur la base d'un dossier de demande présenté par le laboratoire pétitionnaire et sur ses résultats aux EIL organisés par l'IRSN. Elle se réunit tous les six mois.

La commission, présidée par l'ASN, est composée de personnes qualifiées et de représentants des services de l'État, des laboratoires, des instances de normalisation et de l'IRSN.

4.3.3 Les conditions d'agrément

Les laboratoires qui souhaitent être agréés doivent mettre en place une organisation qui réponde aux exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 relative aux exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

Afin de démontrer leurs compétences techniques, ils doivent participer à des EIL organisés par l'IRSN. Le programme, désormais quinquennal, de ces essais est mis à jour annuellement. Il fait l'objet d'un examen par la commission d'agrément et est publié sur le site Internet du RNM ([mesure-radioactivite.fr](#)). Jusqu'à 70 laboratoires s'inscrivent à un type d'essai, dont quelques laboratoires étrangers.

La commission d'agrément définit les critères d'évaluation utilisés pour l'exploitation des EIL. Lorsque le résultat obtenu par un laboratoire à un EIL n'est pas suffisamment probant, l'ASN peut, sur avis de la commission d'agrément, délivrer un agrément pour une durée probatoire de un ou deux ans, par exemple, ou conditionner la délivrance de l'agrément à la fourniture d'éléments complémentaires, voire la participation à un nouvel essai contradictoire.

En 2019, l'IRSN a organisé six EIL. Depuis 2003, 82 EIL ont été menés couvrant 58 types d'agrément. C'est dans le domaine de la surveillance de la radioactivité des eaux que les laboratoires agréés sont les plus nombreux, avec 55 laboratoires. Ils sont entre une trentaine et une quarantaine de laboratoires à disposer d'agréments pour les mesures de matrices biologiques (faune, flore, lait), des poussières atmosphériques, de l'air ou encore de la dosimétrie gamma ambiante. Pour les sols et les sédiments, le nombre de laboratoires s'établit à 31. Si la plupart des laboratoires sont compétents pour la mesure des émetteurs gamma dans toutes les matrices environnementales, seule une dizaine d'entre eux est agréée pour les mesures du carbone-14, des transuraniens ou des radioéléments des chaînes naturelles de l'uranium et du thorium dans l'eau, les sols et sédiments, et les matrices biologiques (herbe, productions agricoles végétales ou animales, lait, faune et flore aquatique...).

En 2019, l'ASN a délivré 361 agréments ou renouvellements d'agréments. Au 1^{er} janvier 2020, le nombre total de laboratoires agréés est de 64, ce qui représente 880 agréments, tous types confondus, en cours de validité.

La liste détaillée des laboratoires agréés et de leur domaine de compétence technique est disponible sur [asn.fr](#).

TABLEAU 7

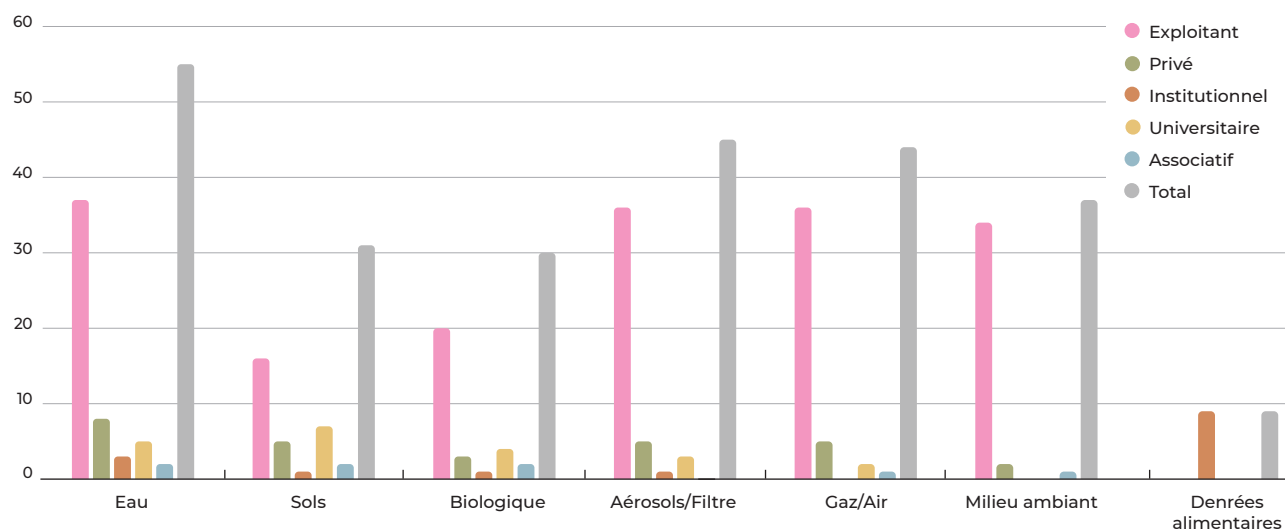
Exemples de suivi radiologique de l'environnement autour des INB

MILIEU SURVEILLÉ OU NATURE DU CONTRÔLE	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (DÉCISION N° 2014-DC-0415 DU 16 JANVIER 2014)	ÉTABLISSEMENT AREVA DE LA HAGUE (DÉCISION N° 2015-DC-0535 DE L'ASN DU 22 DÉCEMBRE 2015)
Air au niveau du sol	4 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes de l'activité β globale (βG) - Spectrométrie γ si $\beta G > 2 \text{ mBq/m}^3$ - Spectrométrie γ mensuelle sur regroupements des filtres par station 1 station de prélèvement en continu, située sous les vents dominants, avec mesure hebdomadaire du ^3H atmosphérique	5 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes des activités α globale (αG) et β globale (βG) - Spectrométrie γ si αG ou $\beta G > 1 \text{ mBq/m}^3$ - Spectrométrie α (Pu) mensuelle sur le regroupement des filtres par station 5 stations de prélèvement en continu des halogènes sur adsorbant spécifique avec spectrométrie γ hebdomadaire pour la mesure des iodes 5 stations de prélèvement en continu avec mesure hebdomadaire du ^3H atmosphérique 5 stations de prélèvement en continu avec mesure bimensuelle du ^{14}C atmosphérique 5 stations de mesure en continu de l'activité du ^{85}Kr dans l'air
Rayonnement γ ambiant	- Mesure en continu avec enregistrement : 4 balises à 1 km 10 balises aux limites du site 4 balises à 5 km	5 balises avec mesure en continu et enregistrement 11 balises avec mesure en continu à la clôture du site
Pluie	1 station de prélèvement en continu sous les vents dominants avec mesures bimensuelles βG et ^3H	2 stations de prélèvement en continu dont une sous le vent dominant avec mesure hebdomadaire de αG, βG et du ^3H - Spectrométrie γ si αG ou βG significatif
Milieu récepteur des rejets liquides	- Prélèvement dans la rivière en amont du point de rejet et dans la zone de bon mélange à chaque rejet - Mesure βG, du potassium (K^{40}) et ^3H - Prélèvement continu dans la rivière au point de bon mélange - Mesure ^3H (mélange moyen quotidien) - Prélèvements annuels dans les sédiments, la faune et la flore aquatiques en amont et en aval du point de rejet avec spectrométrie γ, mesure ^3H libre, et, sur les poissons, ^{14}C et ^3H organiquement lié - Prélèvements périodiques dans un ruisseau et dans la retenue avoisinant le site avec mesures βG, K, ^3H	- Prélèvements quotidiens d'eau de mer en deux points à la côte avec mesures quotidiennes (spectrométrie γ, ^3H) en un de ces points et pour chacun des deux points, spectrométries α et γ et mesures βG, K, ^3H et ^{90}Sr - Prélèvements trimestriels d'eau de mer en 3 points au large avec spectrométrie γ et mesures βG, K, ^3H - Prélèvements trimestriels de sable de plage, d'algues et de patelles en 13 points avec spectrométrie γ + mesure ^{14}C et spectrométrie α pour les algues et patelles en 6 points - Prélèvements de poissons, crustacés, coquillages et mollusques dans 3 zones des côtes du Cotentin avec spectrométries α et γ et mesure ^{14}C - Prélèvements trimestriels de sédiments marins au large en 8 points avec spectrométries α et γ mesure ^{90}Sr - Prélèvements hebdomadaires à semestriels de l'eau de 19 ruisseaux avoisinant le site, avec mesures αG, βG, K et ^3H - Prélèvements trimestriels des sédiments des 4 principaux ruisseaux avoisinants le site, avec spectrométries γ et α - Prélèvements trimestriels de végétaux aquatiques dans 3 ruisseaux avoisinants le site avec spectrométrie γ et mesure ^3H
Eaux souterraines	Prélèvements mensuels en 4 points, bimensuels en 1 point et trimestriels en 4 points avec mesure βG, K et ^3H	5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure αG, βG, du K et du ^3H
Eaux de consommation	Prélèvement annuel d'une eau destinée à la consommation humaine, avec mesures βG, K et ^3H	Prélèvements périodiques des eaux destinées à la consommation humaine en 15 points, avec mesures αG, βG, K et ^3H
Sol	1 prélèvement annuel de la couche superficielle des terres avec spectrométrie γ	Prélèvements trimestriels en 7 points avec spectrométrie γ et mesure du ^{14}C
Végétaux	2 points de prélèvement d'herbe, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle et mesures trimestrielles ^{14}C et du C - Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométrie γ, mesure ^3H, et ^{14}C	- Prélèvements d'herbes mensuels en 5 points et trimestriels en 5 autres points avec spectrométrie γ et mesure de ^3H et ^{14}C - Spectrométrie α annuelle en chaque point - Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométries α et γ, mesures du ^3H, du ^{14}C et du ^{90}Sr
Lait	2 points de prélèvement, situés de 0 à 10 km de l'installation, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle, mesure trimestrielle ^{14}C et mesure annuelle ^{90}Sr et ^3H	5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec spectrométrie γ, mesure de K, ^3H, ^{14}C et ^{90}Sr

αG = α global; βG = β global

* Mesures de la concentration totale de potassium et par spectrométrie pour ^{40}K .

GRAPHIQUE 11

Répartition du nombre de laboratoires agréés pour une matrice environnementale donnée au 1^{er} janvier 2020

5. Les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements

5.1 Le contrôle relatif aux fraudes

Depuis 2015, plusieurs cas d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications ont été mis en évidence chez des fabricants, des fournisseurs ou des organismes connus et travaillant depuis de nombreuses années pour l'industrie nucléaire française. Des cas avérés de contrefaçons ou de falsifications ont en outre été rencontrés dans certains pays étrangers ces dernières années. Le terme d'irrégularité est employé par l'ASN pour toute modification, altération ou omission de certaines informations ou données de manière volontaire. Une irrégularité détectée par l'ASN peut être caractérisée par un juge sur le plan pénal en fraude.

Le nombre de cas avérés ou suspectés ne représente qu'une infime proportion des activités nucléaires, mais ces cas montrent que ni la robustesse de la chaîne de surveillance et de contrôle au premier rang de laquelle se trouvent les fabricants, fournisseurs et exploitants, ni le haut niveau de qualité exigé dans l'industrie nucléaire, n'ont permis d'écarter totalement les risques de contrefaçons, de fraudes et de falsifications. En effet, ces cas n'ont pas tous été détectés par la surveillance de l'exploitant, qui doit désormais s'adapter de manière plus adéquate à la prévention, à la détection, à l'analyse et au traitement de cas de fraudes.

L'ASN a engagé en 2016 une réflexion sur l'adaptation des méthodes de contrôle des INB dans un contexte d'irrégularité. Lors de celle-ci, elle a interrogé d'autres administrations de contrôle, ses homologues étrangères, ainsi que des exploitants sur leurs pratiques afin d'en tirer le retour d'expérience. Ce risque particulier a donné lieu à des évolutions de méthodes de contrôle de l'ASN, mais il s'inscrit pour son traitement dans le cadre existant. En 2019, l'ASN a recruté deux agents d'administrations faisant face régulièrement à ces problématiques : la gendarmerie et la police nationales. Ces deux personnes sont chargées de développer les actions déjà engagées, notamment en matière d'inspections. Elles font également bénéficier l'ASN de leur expérience pour proposer des approches différentes, notamment sur les mesures de coercition envisageables et les relations avec les parquets.

L'ASN a aussi rappelé aux exploitants d'INB et aux principaux fabricants d'équipements nucléaires en 2018 qu'une irrégularité est un écart au sens de l'arrêté INB. Les exigences de l'arrêté s'appliquent donc pour la prévention, la détection et le traitement

des cas s'apparentant à des fraudes. De manière plus générale, les exigences réglementaires portant sur la sûreté et la protection des personnes contre les risques liés aux rayonnements ionisants s'appliquent également. Par exemple, certifier par une signature qu'une activité a bien été réalisée alors qu'en réalité elle ne l'a pas été peut être, selon le cas, un écart aux règles d'organisation, de contrôle technique des activités, de gestion des compétences...

L'ASN a réalisé, en 2019, 25 inspections consacrées pleinement ou en partie à la recherche d'irrégularités. Deux inspections ont été menées dans les services centraux d'EDF et d'Orano, avec pour objectif d'examiner la manière dont ces groupes ont intégré la prévention du risque de fraude dans leur politique d'achat et l'état d'avancement du traitement de certains cas de fraude avérés qu'ils ont identifiés. Les autres inspections ont eu lieu sur les sites nucléaires : les inspecteurs ont pu repérer des cas suspects remettant en cause la réalisation d'activité importante : fiches de contrôle préremplies avant la réalisation de ces contrôles, non-réalisation de ces contrôles, signature d'un vérificateur à une date où il était apparemment absent... Ces cas sont d'abord traités en tant qu'écarts aux exigences réglementaires. Ils font de plus l'objet de discussions avec la direction des sites et les services centraux des exploitants, pour une prise en compte prioritaire. Suivant les enjeux relatifs à l'écart, un procès-verbal ou un signalement au procureur de la République est effectué. Un procès-verbal a été dressé et trois signalements envoyés en 2019.

Afin d'améliorer les pratiques, l'ASN partage son retour d'expérience :

- avec les exploitants. Elle est par exemple intervenue lors d'une journée d'échange organisée par EDF ;
- avec ses homologues étrangères. L'ASN participe notamment aux groupes de travail de l'Agence pour l'énergie nucléaire et du programme multinational d'évaluation de la conception des nouveaux réacteurs (MDEP) dans lesquels ont lieu des échanges sur ce sujet. L'ASN pilote une action visant à établir un modèle d'information rapide entre autorités de sûreté lorsque des irrégularités pouvant survenir à l'étranger sont découvertes dans un pays.

Des cas particuliers d'irrégularités sont mentionnés au point 2.2.2 du chapitre 10.

5.2 Le traitement des signalements

Fin novembre 2018, l'ASN a mis en ligne un [portail](#) permettant à une personne souhaitant lui signaler des irrégularités pouvant affecter la protection des personnes et de l'environnement, potentiellement un lanceur d'alerte, de l'en informer.

Par un traitement de pseudonymisation des signalements reçus, l'ASN assure la confidentialité de toute personne lui envoyant un signalement. Seule une demande d'une autorité judiciaire serait de nature à briser cette confidentialité, ce qui n'est pas arrivé. Il est toutefois préférable que l'auteur du signalement laisse ses coordonnées afin que l'ASN puisse :

- accuser réception de son signalement ;
- le contacter dans le cas où des informations devraient être précisées ;
- l'informer si des suites ont été données à son signalement.

Au 31 décembre 2019, 62 signalements ont été envoyés à l'ASN : la moitié *via* le portail de signalement, les autres par d'autres moyens de transmission (13 signalements par courrier, 10 par un contact direct avec la division de l'ASN géographiquement

compétente...). Les signalements reçus sont variés aussi bien de par le domaine concerné, en INB ou dans le nucléaire de proximité, que dans leur contenu. Certains sont d'ailleurs retransmis par l'ASN à d'autres administrations lorsque leur traitement n'est pas de sa compétence. Il peut s'agir, par exemple, d'une information relative à la sécurité d'une INB, qu'il revient au Haut fonctionnaire de défense et de sécurité de prendre en compte.

Douze signalements ont fait l'objet de vérifications lors d'inspections. Les suites sont gérées dans le même cadre que des inspections courantes.

Pour huit signalements, l'ASN a recontacté les auteurs du signalement afin d'obtenir des précisions.

Quatorze des signalements reçus ont été réalisés de manière anonyme : deux de ces signalements, même si leur contenu a été pris en compte dans les actions de contrôle globales, n'ont pas pu faire l'objet d'actions ciblées, étant trop vagues et leurs auteurs, anonymes, ne pouvant être joints. L'ASN n'a de plus pas pu informer les auteurs de signalements anonymes des actions engagées.

6. Relever et sanctionner les écarts

L'ASN met en œuvre des [mesures de coercition](#), permettant de contraindre un exploitant ou un responsable d'activité nucléaire à se remettre en conformité avec la réglementation, et des sanctions.

6.1 L'équité et la cohérence des décisions en matière de mesures de coercition et de sanction

Dans certaines situations où l'action de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire n'est pas conforme à la réglementation ou à la législation, ou lorsqu'il importe qu'il mette en œuvre des actions appropriées pour remédier sans délai aux risques les plus importants, l'ASN peut recourir à des mesures de coercition et des sanctions prévues par la loi. Les principes de l'action de l'ASN dans ce domaine reposent sur :

- des actions impartiales, justifiées et adaptées au niveau de risque présenté par la situation constatée. Leur importance est proportionnée aux enjeux sanitaires et environnementaux associés à l'écart relevé et tient compte également de facteurs relatifs à l'exploitant (historique, comportement, répétitivité), au contexte de l'écart et à la nature du référentiel enfreint (réglementation, normes, « règles de l'art »...);
- des mesures administratives engagées sur proposition des inspecteurs et décidées par l'ASN pour faire remédier aux situations de risques et aux non-respects des dispositions législatives et réglementaires constatés lors des inspections.

L'ASN dispose d'une palette d'outils à l'égard d'un responsable d'activité nucléaire ou d'un exploitant, notamment :

- l'observation de l'inspecteur ;
- la lettre officielle des services de l'ASN (lettre de suite d'inspection) ;
- la mise en demeure par l'ASN de régulariser sa situation administrative ou de satisfaire à certaines conditions dans un délai déterminé ;
- des sanctions administratives prononcées après mise en demeure.

Outre ces actions administratives de l'ASN, des procès-verbaux peuvent être dressés par l'inspecteur et transmis au procureur de la République.

6.2 Une politique adaptée de coercition et de sanction

Lorsque l'ASN constate des manquements aux dispositions législatives et réglementaires en matière de sûreté ou de radioprotection (dispositions du code de la santé publique et du code du travail), des mesures de police ou des sanctions peuvent être prises à l'encontre des exploitants ou des responsables d'activités nucléaires, après échange contradictoire, dans le respect des droits de la défense, et mise en demeure préalables.

La loi (code de l'environnement et code de la santé publique) prévoit, en cas de constatation d'inobservation des dispositions et prescriptions applicables, des mesures de police et sanctions administratives graduées :

- la consignation entre les mains d'un comptable public d'une somme répondant du montant des travaux à réaliser ;
- l'exécution d'office de travaux aux frais de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire (les sommes éventuellement consignées préalablement pouvant être utilisées pour payer ces travaux) ;
- la suspension du fonctionnement de l'installation, du déroulement de l'opération de transport jusqu'à mise en conformité ou la suspension de l'activité jusqu'à l'exécution complète des conditions imposées et la prise des mesures conservatoires aux frais de la personne mise en demeure, notamment en cas d'urgence tenant à la sécurité des personnes ;
- l'astreinte journalière (un montant fixé par jour dont l'exploitant ou le responsable d'activité doit s'acquitter jusqu'à satisfaction des demandes formulées à son endroit dans la mise en demeure) ;
- l'amende administrative.

TABLEAU 8

Nombre de procès-verbaux transmis par les inspecteurs de l'ASN entre 2014 et 2019

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PV hors inspection du travail en centrale nucléaire	15	14	7	13	14	8
PV inspection du travail en centrale nucléaire	9	3	1	5	2	4

Il convient de signaler que ces deux dernières mesures sont proportionnées à la gravité des manquements constatés. L'amende administrative relève de la compétence de la Commission des sanctions de l'ASN.

La loi prévoit également des mesures prises à titre conservatoire pour la sauvegarde de la sécurité, de la santé et de la salubrité publiques ou de la protection de l'environnement. Ainsi, l'ASN peut :

- suspendre le fonctionnement d'une INB à titre provisoire, avec information sans délai des ministres chargés de la sûreté nucléaire, en cas de risques graves et imminents ;
- prescrire à tout moment les évaluations et la mise en œuvre des dispositions nécessaires en cas de menace pour les intérêts cités ci-dessus ;
- prendre des décisions de retrait temporaire ou définitif du titre administratif (autorisation et prochainement enregistrement) délivré au responsable de l'activité nucléaire après avoir informé l'intéressé de la possibilité de présenter ses observations dans un délai déterminé afin de respecter la procédure contradictoire.

Les textes prévoient, par ailleurs, des infractions pénales. Il s'agira, par exemple, du non-respect de dispositions relatives à la protection des travailleurs exposés à des rayonnements ionisants, du non-respect d'une mise en demeure adressée par l'ASN, de l'exercice d'une activité nucléaire sans le titre administratif requis, du non-respect de dispositions de décisions de l'ASN ou de la gestion irrégulière de déchets radioactifs.

Les infractions éventuellement constatées sont relevées par procès-verbaux dressés par les inspecteurs de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et transmises au procureur de la République qui décide de l'opportunité des poursuites.

Le code de l'environnement et ses décrets et arrêtés d'application prévoient des sanctions pénales, relevant de la contravention ou du délit : une amende, voire une peine d'emprisonnement (jusqu'à 150 000 € et trois ans d'emprisonnement), selon la nature de l'infraction. Pour les personnes morales déclarées responsables pénalement, le montant de l'amende peut atteindre 10 millions d'euros, selon l'infraction en cause et selon l'atteinte portée aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.

Le code de la santé publique prévoit des sanctions pénales aux articles L. 1337-5 à L. 1337-9 : sont encourues une amende de 3 750 à 15 000 euros et une peine d'emprisonnement de 6 mois à un an, selon la gravité du manquement, des peines complémentaires pouvant être appliquées à l'encontre des personnes morales.

Des contraventions de la cinquième classe (amendes) sont prévues, sur le champ de la sûreté nucléaire, pour les infractions

citées à l'article R. 596-16 « du code de l'environnement », ainsi que sur le champ de la radioprotection, par le [décret n°2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire (article R. 1337-14-2 à 5 du code de la santé publique), notamment s'agissant du non-respect des dispositions relatives à la déclaration d'événement significatif, au régime administratif (transmission du dossier de demande de titre, respect des prescriptions générales, information portant sur le changement du conseiller en radioprotection).

Pour le domaine des appareils à pression, en application des dispositions du chapitre VII du titre V du livre V du code de l'environnement, qui s'appliquent aux produits et équipements à risques dont font partie les appareils à pression, l'ASN, en charge du contrôle de ces équipements dans les INB, dispose d'un pouvoir de coercition et de sanction à l'encontre des exploitants. Ces dispositions permettent notamment d'ordonner le paiement d'une amende assortie, le cas échéant, d'une astreinte journalière applicable jusqu'à satisfaction de la mise en demeure. Ce chapitre comporte également des dispositions à l'égard des fabricants, importateurs et distributeurs de tels équipements, visant à interdire la mise sur le marché, la mise en service ou le maintien en service d'un équipement et à mettre l'exploitant en demeure de prendre toutes les mesures pour le contraindre à se mettre en conformité avec les dispositions législatives et réglementaires qui régissent son activité.

Dans l'exercice de leurs missions dans les centrales nucléaires, les inspecteurs du travail de l'ASN disposent de l'ensemble des moyens de contrôle, de décision et de contrainte des inspecteurs du travail de droit commun (en vertu de l'article R. 8111-11 du code du travail). L'observation, la mise en demeure, la sanction administrative, le procès-verbal, le référé (pour faire cesser sans délai les risques) ou encore l'arrêt de travaux constituent pour les inspecteurs du travail de l'ASN une large palette de moyens d'incitation et de contraintes.

6.3 Le bilan 2019 en matière de coercition et de sanction

À la suite des infractions constatées, les inspecteurs de l'ASN (inspecteurs de la sûreté nucléaire, pour les INB, le transport de substances radioactives ou les ESPN, inspecteurs du travail et inspecteurs de la radioprotection) ont transmis 12 procès-verbaux aux procureurs, dont quatre au titre de l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

L'ASN a pris cinq mises en demeure vis-à-vis d'exploitants d'INB et de responsable d'activités nucléaires. Le tableau 8 indique le nombre de procès-verbaux dressés par les inspecteurs de l'ASN depuis 2014.

7. Perspectives

En 2020, l'ASN va continuer à développer son action de contrôle vers une meilleure connaissance des pratiques des agents de terrain, en réalisant notamment un nombre plus important d'inspections comprenant des entretiens.

L'ASN renforcera par ailleurs sa présence en inspection en déployant une évolution de sa méthode de contrôle des centrales nucléaires pendant les phases d'arrêt des réacteurs (voir encadré au chapitre 10 « Le contrôle par l'ASN des arrêts de réacteur »).

Le développement des outils numériques d'aide aux inspecteurs, ayant nécessité un fort investissement des agents en 2019, se poursuivra, en particulier le projet Siance (voir encadré point 3).

L'ASN continuera d'expérimenter des pratiques d'inspection différentes, en partie mises en œuvre par d'autres organismes de contrôles français ou étrangers.

Enfin, en 2020, l'ASN approfondira encore le contrôle des irrégularités pouvant s'apparenter à des fraudes, la mise en place de mesures de détection, traitement et prévention par les responsables d'activités nucléaires ou participant à la chaîne de sous-traitance devant être effective.

04.



LES SITUATIONS D'URGENCE RADIOLOGIQUE ET POST-ACCIDENTELLES

1 Anticiper _____ 166

1.1 Prévoir et planifier

- 1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux INB
- 1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives
- 1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique
- 1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

1.2 Les acteurs de la gestion des situations d'urgence

- 1.2.1 L'organisation locale
- 1.2.2 L'organisation nationale

1.3 Protéger la population

- 1.3.1 Les actions de protection générale
- 1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées

1.4 Appréhender les conséquences à long terme

2 Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle _____ 172

2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN

2.2 S'organiser en cas d'accident majeur

3 Exploiter les enseignements _____ 173

3.1 S'exercer

- 3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

3.2 Évaluer pour s'améliorer

4 Perspectives _____ 175

Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles

Les activités nucléaires sont exercées dans un cadre visant à prévenir les accidents, mais également à en limiter les conséquences. Malgré toutes les précautions prises, un accident ne peut jamais être exclu et il convient de prévoir, tester et réviser régulièrement les dispositions nécessaires à la gestion d'une [situation d'urgence radiologique](#).

Les [situations d'urgence radiologique](#), qui résultent d'un incident ou d'un accident risquant d'entraîner une émission de substances radioactives ou un niveau de radioactivité susceptible de porter atteinte à la santé publique, incluent ainsi :

- les situations d'urgence survenant dans une installation nucléaire de base (INB) ;
- les accidents de transport de substances radioactives ;
- les situations d'urgence survenant dans le domaine du nucléaire de proximité.

Les situations d'urgence affectant des activités nucléaires peuvent également présenter des risques non radiologiques, tels que l'incendie, l'explosion ou le rejet de substances toxiques.

Ces situations d'urgence font l'objet de dispositions matérielles et organisationnelles spécifiques, qui incluent les plans de secours et impliquent à la fois l'exploitant ou le responsable d'activité et les pouvoirs publics.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) participe à la gestion de ces situations pour les questions relatives au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

et, en se fondant notamment sur l'expertise de son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)), est chargée des quatre missions suivantes :

- contrôler les dispositions prises par l'exploitant et s'assurer de leur pertinence ;
- conseiller les autorités sur les actions de protection des populations ;
- participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Par ailleurs, à la demande du Premier ministre, l'ASN a mis en place dès 2005 un Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle ([Codirpa](#)) pour préparer, dans la continuité de la gestion d'une situation d'urgence radiologique, la gestion de la phase post-accidentelle. Ce comité a proposé au Gouvernement des [éléments de doctrine](#) relatifs aux périodes de sortie de la phase d'urgence, de transition et de long terme, publiés en novembre 2012.

Depuis, le Codirpa a réfléchi à de nouveaux éléments de doctrine qui s'appuient notamment sur les enseignements de l'accident survenu en mars 2011 à la centrale nucléaire de [Fukushima](#) au Japon et les exercices nationaux réalisés dans ce domaine. Ces travaux ont abouti à de nouvelles propositions de la stratégie de zonage des mesures de protection de la population, dans une logique de simplification et d'opérationnalité accrue.

1. Anticiper

La protection des populations vis-à-vis des risques occasionnés par les INB s'appuie sur plusieurs piliers :

- la réduction du risque à la source, pour laquelle l'exploitant doit prendre toutes les dispositions pour réduire les risques à un niveau aussi bas que possible dans des conditions économiquement acceptables ;
- les [plans d'urgence](#) et les plans de secours, visant à prévenir et limiter les conséquences d'un accident ;
- la maîtrise de l'urbanisation autour des INB ;
- l'information des populations.

1.1 Prévoir et planifier

1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux INB

Les plans d'urgence et de secours relatifs aux accidents survenant dans une INB définissent les dispositions nécessaires pour protéger le personnel du site, la population et l'environnement et pour maîtriser l'accident.

a) Le Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur

L'ASN a participé à l'élaboration du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur ([PNRANRM](#)), qui a été publié par le Gouvernement en février 2014. Le plan prend en compte les enseignements de l'accident de Fukushima et la doctrine

De nouveaux types d'inspections dans le domaine de la gestion de crise en 2019



04

Dans le cadre des inspections sur le thème « Organisation et moyens de crise », l'ASN a exploré de nouvelles modalités d'inspection en 2019.

Afin de tester la chaîne d'alerte et le gréement de l'ensemble de l'organisation de crise d'un exploitant, l'ASN a inspecté simultanément les services centraux du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), responsables de l'organisation nationale de crise, et le site CEA de Marcoule où un incident avait été simulé. En déclenchant un exercice de crise simulant la chute d'un avion sur le site de Marcoule, suivie d'un incendie dans l'installation ATALANTE, l'équipe d'inspecteurs présents sur le site de Marcoule a pu observer les premières actions réalisées par l'astreinte de direction puis l'armement du centre de crise local. Parallèlement, le gréement de l'organisation de crise des services centraux du CEA a été observé par l'équipe d'inspecteurs présents sur le site national du CEA de Saclay. Cet exercice d'inspection simultané était une grande première et a été riche d'enseignements.

L'ASN a réalisé, en septembre 2019, une inspection à la centrale nucléaire de [Dampierre-en-Burly](#) sur le thème de l'organisation et des moyens de crise,

portant plus particulièrement sur le service régional de la Force d'action rapide nucléaire^(*) (FARN). C'était la première inspection de la FARN EDF par l'ASN.

L'inspection visait à vérifier par sondage, que l'organisation et les moyens de la FARN prévus au niveau régional pour assurer son rôle de support à un site accidenté sont pertinents et opérationnels, tant vis-à-vis de la phase de préparation que de la phase de gestion de la crise. Cette inspection a notamment comporté un exercice de mise en situation impliquant le départ d'une colonne de la FARN vers un site accidenté d'une autre région, sur la sollicitation de l'organisation nationale de crise d'EDF.

Cette inspection a été suivie de l'observation d'un exercice de grande ampleur d'intervention de la FARN sur le site de la centrale nucléaire de [Golfech](#), dans le cadre de l'entraînement national des équipes de la FARN, au cours duquel de nombreux moyens mobiles ont été engagés (hélicoptère, barge, engins de chantier...).

* La FARN est un dispositif national d'urgence rassemblant des équipes spécialisées et des équipements permettant d'intervenir en moins de 24 heures sur un site accidenté.

post-accidentelle établie par le [Codirpa en 2012](#). Il précise l'organisation nationale en cas d'accident nucléaire, la stratégie à appliquer et les principales actions à prendre. Il intègre la dimension internationale des crises et les possibilités d'assistance mutuelle en cas d'événement. La déclinaison au niveau local de ce plan dans les départements français a été engagée en 2015, sous l'égide des préfets de zones de défense et de sécurité et est aujourd'hui en phase d'achèvement.

b) Les plans particuliers d'intervention

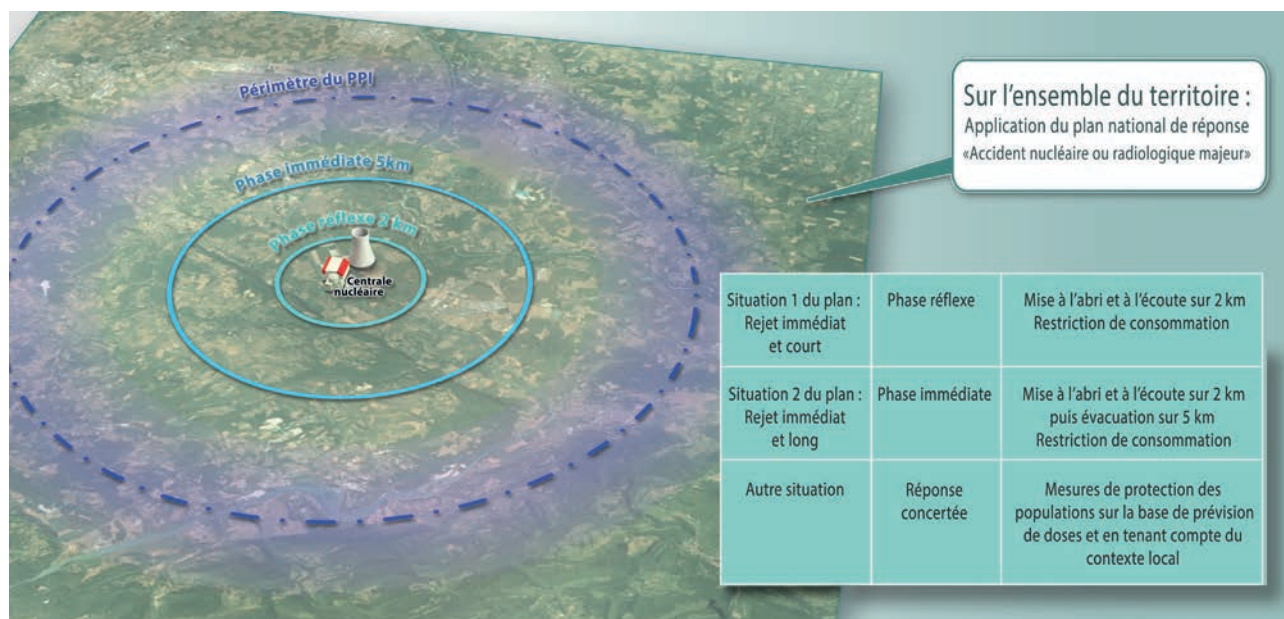
Au voisinage de l'installation, le plan particulier d'intervention (PPI) est établi par le préfet du département concerné en

application des [articles L. 741-6, R. 741-18 et suivants du code de la sécurité intérieure](#), « en vue de la protection des populations, des biens et de l'environnement, pour faire face aux risques particuliers liés à l'existence d'ouvrages et d'installations dont l'emprise est localisée et fixe. Le PPI met en œuvre les orientations de la politique de sécurité civile en matière de mobilisation de moyens, d'information et d'alerte, d'exercice et d'entraînement ». Ces articles précisent également quelles sont les caractéristiques des installations ou ouvrages pour lesquels le préfet doit obligatoirement définir un PPI.

Le PPI précise les premières actions de protection de la population à mettre en œuvre, les missions des différents services

SCHÉMA 1

Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur



concernés, les schémas de diffusion de l'alerte et les moyens matériels et humains susceptibles d'être engagés pour la protection des populations.

Le PPI s'inscrit dans le dispositif de l'Organisation de la réponse de sécurité civile (Orsec), qui décrit les actions de protection mises en œuvre par les pouvoirs publics lors de crises de grande ampleur. Ainsi, au-delà du périmètre d'application du PPI, le dispositif Orsec départemental ou zonal est mis en œuvre. L'ASN apporte son concours au préfet, responsable de l'élaboration et de l'approbation du PPI, en analysant, avec l'aide de son appui technique l'IRSN, différents éléments dont ceux relatifs à la nature et l'ampleur des conséquences radiologiques d'un accident.

Les PPI permettent actuellement de planifier la réponse des pouvoirs publics dans les premières heures de l'accident pour protéger la population résidant jusqu'à une distance de 20 km autour du réacteur affecté. Cette distance a été portée de 10 à 20 km à la suite de la publication par le ministère de l'Intérieur le 3 octobre 2016 d'une instruction relative à la réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur – «Évolution de la doctrine nationale pour l'élaboration ou la modification des PPI autour des centrales nucléaires exploitées par EDF». En 2017, il a publié un guide à destination des préfetures afin de décliner cette instruction en mettant à jour les PPI des centrales nucléaires pour tenir compte des évolutions, notamment la préparation d'une évacuation «immédiate» dans un rayon de 5 km, l'intégration dès la phase d'urgence de restrictions de consommation et l'extension du rayon PPI des centrales nucléaires à 20 km.

Les PPI comprennent une phase dite «réflexe» prévoyant l'alerte immédiate par l'exploitant des populations situées dans un rayon de 2 km autour de l'installation, et leur mise à l'abri et à l'écoute. Les actions supplémentaires qui seraient à mettre en place au-delà de la zone faisant l'objet du PPI sont précisées, le cas échéant, dans le cadre d'une approche concertée qui peut reposer sur le dispositif Orsec, tenant compte des caractéristiques de l'accident et des conditions météorologiques.

c) Les plans d'urgence interne

Dans le cadre des procédures d'autorisation de mise en service des INB, l'ASN instruit et approuve les plans d'urgence interne

(PUI) ainsi que leur mise à jour ([article R. 593-31 du code de l'environnement](#)).

Le PUI, établi par l'exploitant, a pour objet de ramener l'installation dans un état maîtrisé et stable et de limiter les conséquences de l'événement. Il précise l'organisation et les moyens à mettre en œuvre sur le site. Il comprend également les dispositions permettant d'informer rapidement les pouvoirs publics. Les obligations de l'exploitant en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence sont définies par le titre VII de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Les dispositions associées ont été précisées par la [décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 13 juin 2017](#) relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du plan d'urgence interne, dite [décision «urgence»](#), homologuée par l'arrêté du 28 août 2017.

1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives

Les [transports de substances radioactives](#) représentent près d'un million de colis transportés en France chaque année. D'un colis à l'autre, les dimensions, la masse, l'activité radiologique et les enjeux de sûreté associés peuvent fortement varier.

L'ASN instruit et approuve les plans de gestion des événements liés au transport de substances radioactives élaborés par les intervenants dans le transport de telles substances en application du règlement international du transport de matières dangereuses. Ces plans décrivent les dispositions qui doivent être prises selon la nature et l'ampleur des dangers prévisibles, afin d'éviter les dommages et, le cas échéant, d'en minimiser les effets. Le contenu de ces plans est défini dans le [Guide n°17 de l'ASN](#).

Pour faire face à l'éventualité d'un accident de transport de substances radioactives, chaque préfet de département doit inclure dans sa déclinaison du PNRANRM un volet consacré à ce type d'accident, le plan Orsec-TMR (Transport de matières radioactives). Au vu de la diversité des transports possibles, ce volet définit des critères et des actions simples permettant aux premiers intervenants (Service départemental d'incendie et de secours – SDIS, et forces de l'ordre notamment), à partir

des constats faits sur les lieux de l'accident, d'engager de façon réflexe les premières actions de protection des populations et de diffuser l'alerte.

1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique

En dehors des incidents ou accidents qui affecteraient des installations nucléaires ou un transport de substances radioactives, les situations d'urgence radiologique peuvent aussi survenir :

- dans l'exercice d'une activité nucléaire à finalité médicale, de recherche ou industrielle ;
- en cas de dissémination volontaire ou involontaire de substances radioactives dans l'environnement ;
- à l'occasion de la découverte de sources radioactives dans des lieux non prévus à cet effet.

Il est alors nécessaire d'intervenir afin de limiter le [risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants](#). L'ASN a ainsi élaboré, en liaison avec les ministères et les intervenants concernés, la [circulaire DGSNR/DHOS/DDSC n° 2005/1390](#) du 23 décembre 2005 relative aux principes d'intervention en cas d'événement susceptible d'entraîner une situation d'urgence radiologique hors situations couvertes par un plan de secours ou d'intervention. Celle-ci complète les dispositions de la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique présentée au point 1.3 et définit les modalités d'organisation des services de l'État pour ces situations.

Devant la multiplicité des émetteurs possibles d'une alerte et des circuits d'alerte associés, un guichet unique centralise toutes les alertes et les transmet à l'ensemble des acteurs : il s'agit du centre de traitement de l'alerte centralisé des sapeurs-pompiers Codis-CTA (Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours – Centre de traitement de l'alerte), joignable par le 18 ou le 112.

La gestion des accidents d'origine malveillante qui surviendraient à l'extérieur des INB ne relève pas de cette circulaire, mais du [plan gouvernemental NRBC](#) (Nucléaire Radiologique Biologique Chimique).

1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

La maîtrise de l'urbanisation vise à limiter les conséquences d'un accident sur la population et les biens. Une telle démarche est ainsi mise en œuvre, depuis 1987, autour des installations industrielles non nucléaires et a été renforcée depuis l'accident de l'usine AZF survenu à Toulouse en 2001. La [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN », désormais codifiée aux [livres I^{er} et V du code de l'environnement](#)) permet aux pouvoirs publics de maîtriser l'urbanisation autour des INB, par l'instauration de servitudes d'utilité publique limitant ou interdisant les nouvelles constructions à proximité de ces installations. Compte tenu des spécificités de la gestion de crise nucléaire ou radiologique et des risques considérés, les dispositions retenues pour les INB pourraient être plus sévères que pour les installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)) et conduire à des mesures plus contraignantes.

La démarche de maîtrise de l'urbanisation relève de responsabilités partagées entre l'exploitant, les maires et l'État :

- l'exploitant est responsable de ses activités et des risques associés ;
- le maire est responsable de l'élaboration des documents d'urbanisme et de la délivrance des permis de construire ;

- le préfet informe les maires des risques existants, exerce le contrôle de légalité sur les actes des communes et peut imposer des restrictions d'usage.

L'ASN fournit les éléments techniques pour caractériser le risque et propose son appui au préfet pour l'accompagner dans la démarche de maîtrise de l'urbanisation.

La démarche actuelle de maîtrise des activités autour des installations nucléaires concerne exclusivement celles faisant l'objet d'un PPI et vise en premier lieu à préserver le caractère opérationnel des plans de secours, notamment pour la mise à l'abri et l'évacuation, en limitant autant que faire se peut la population concernée. Elle se concentre sur la zone « réflexe » des PPI, établie dans le cadre de la [circulaire du 10 mars 2000](#) portant révision des PPI relatifs aux INB et dont la pertinence a été confirmée par l'[instruction du 3 octobre 2016](#). Dans cette zone « réflexe », des actions immédiates de protection des populations sont mises en œuvre en cas d'accident à déroulement rapide.

Une [circulaire du ministère chargé de l'environnement du 17 février 2010](#) relative à la maîtrise des activités au voisinage des INB susceptibles de présenter des dangers à l'extérieur du site a demandé aux préfets d'exercer une vigilance accrue sur le développement de l'urbanisation à proximité des installations nucléaires. Cette circulaire précise qu'il est nécessaire de porter la plus grande attention aux projets sensibles en raison de leur taille, de leur destination ou des difficultés qu'ils occasionneraient en matière de protection des populations dans la zone « réflexe ».

L'ASN est consultée sur des projets de construction ou d'urbanisme situés à l'intérieur de cette zone. Les avis rendus s'appuient sur les principes explicités dans le [Guide n° 15 de l'ASN](#) relatif à la maîtrise des activités autour des INB, publié en 2016. Ce guide, élaboré par un groupe de travail pluraliste copiloté par l'ASN et la Direction générale de la prévention des risques ([DGPR](#)), associant des élus et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information ([Anccli](#)), se fonde sur les objectifs suivants :

- préserver le caractère opérationnel des plans de secours ;
- privilégier un développement territorial au-delà de la zone « réflexe » ;
- permettre un développement maîtrisé et répondant aux besoins de la population résidente.

1.2 Les acteurs de la gestion des situations d'urgence

L'organisation des pouvoirs publics en cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur est fixée par un ensemble de textes relatifs à la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'ordre public, la sécurité civile et les plans d'urgence.

La [loi n° 2004-811 du 13 août 2004](#) relative à la modernisation de la sécurité civile prévoit un recensement actualisé des risques, la rénovation de la planification opérationnelle, la réalisation d'exercices qui impliquent la population, l'information et la formation de la population, la veille opérationnelle et l'alerte. Plusieurs décrets d'application de cette loi, codifiés dans le code de la sécurité intérieure aux [articles L. 741-1 à L. 741-32](#) relatifs notamment aux plans Orsec et aux PPI, sont venus la préciser en 2005.

La prise en compte des situations d'urgence radiologique est précisée dans la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique (voir schéma 1 ci-dessus).

Ainsi, au plan national, l'ASN participe activement aux travaux interministériels relatifs à la gestion d'une crise nucléaire.

L'[accident survenu à Fukushima](#) a montré qu'il est nécessaire de mieux se préparer à la survenue d'un accident aux facettes multiples (catastrophe naturelle, accident affectant simultanément plusieurs installations). Ainsi, les organisations mises en place doivent être robustes et capables de gérer dans la durée une crise de grande ampleur. Les interventions sous rayonnements ionisants doivent être mieux anticipées et, pour permettre d'apporter un appui efficace au pays affecté, les relations internationales améliorées.

1.2.1 L'organisation locale

Plusieurs acteurs sont habilités à prendre localement des décisions en situation d'urgence :

- l'exploitant de l'installation nucléaire accidentée met en œuvre l'organisation et les moyens définis dans son PUI (voir point 1.1.1);
- l'ASN a un rôle de contrôle des actions de l'exploitant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. En situation d'urgence, elle s'appuie sur les évaluations de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant les évaluations et les actions qu'elle juge nécessaires;
- le préfet du département où se trouve l'installation prend les décisions nécessaires pour assurer la protection de la population, de l'environnement et des biens menacés par l'accident. Il agit dans le cadre du PPI, des plans Orsec ou du plan de protection externe (PPE) en cas d'acte de malveillance. À ce titre, il est responsable de la coordination des moyens engagés dans le PPI, publics et privés, matériels et humains. Il veille à l'information des populations et des maires. L'ASN assiste le préfet pour la gestion de la situation;
- le préfet de zone de défense et de sécurité est chargé de coordonner les renforts et les soutiens nécessaires au préfet de département, d'assurer la cohérence interdépartementale des actions et de coordonner la communication territoriale avec la communication nationale;
- le maire de la commune, par sa proximité, joue un rôle important dans l'anticipation et l'accompagnement des actions de protection des populations. À ce titre, le maire d'une commune comprise dans le champ d'application d'un PPI doit établir et mettre en œuvre un plan communal de sauvegarde pour prévoir, organiser et structurer les mesures d'accompagnement des décisions du préfet. Il est également un relais d'information et de sensibilisation auprès des populations, en particulier lors des campagnes de distribution de comprimés d'iode.

1.2.2 L'organisation nationale

En situation d'urgence radiologique, chaque ministère est responsable, en lien avec ses services déconcentrés, de la préparation et de l'exécution des dispositions de niveau national relevant de son champ de compétences.

En cas de crise majeure nécessitant la coordination de nombreux acteurs, une organisation de crise gouvernementale est mise en place, sous la direction du Premier ministre, avec l'activation de la cellule interministérielle de crise (CIC). Cette cellule vise à centraliser et analyser les informations en vue de préparer les décisions stratégiques et de coordonner leur mise en œuvre à l'échelle interministérielle. Elle rassemble :

- tous les ministères concernés;
- l'autorité de sûreté compétente et son appui technique l'IRSN;
- les représentants de l'exploitant;
- des administrations ou établissements publics apportant leur concours, comme Météo-France.

1.3 Protéger la population

Les actions de protection des populations durant la phase d'urgence ainsi que les premières actions menées au titre de la phase post-accidentelle visent à protéger les populations de l'exposition aux rayonnements ionisants et aux substances chimiques et toxiques éventuellement présentes dans les rejets. Ces actions sont mentionnées dans les PPI.

1.3.1 Les actions de protection générale

En cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur, [plusieurs actions](#) peuvent être envisagées par le préfet pour protéger la population :

- la mise à l'abri et à l'écoute : les personnes concernées, alertées par une sirène, se mettent à l'abri chez elles ou dans un bâtiment, toutes ouvertures closes, et y restent à l'écoute des consignes du préfet transmises par les médias;
- l'ingestion de comprimés d'iode stable : sur ordre du préfet, les personnes susceptibles d'être exposées à des rejets d'iodes radioactifs sont invitées à ingérer la dose prescrite de comprimés d'iode;
- l'évacuation : en cas de menace de rejets radioactifs importants, le préfet peut ordonner l'évacuation. Les populations sont alors invitées à préparer un bagage, mettre en sécurité leur domicile et le quitter pour se rendre au point de rassemblement le plus proche.

L'[ingestion de comprimés d'iode stable](#) permet de saturer la glande thyroïde et de la protéger des effets cancérogènes des iodes radioactifs.

La [circulaire du 27 mai 2009](#) définit les principes régissant les responsabilités respectives de l'exploitant d'une INB et de l'État en matière de distribution de comprimés d'iode.

Cette circulaire prévoit que l'exploitant, en tant que responsable de la sûreté de ses installations, finance les campagnes d'information du public au sein du périmètre PPI et assure une distribution préventive des comprimés d'iode stable de façon permanente et gratuite en s'appuyant sur le réseau des pharmacies.

La campagne nationale de mise à disposition de comprimés d'iode auprès des populations situées dans la zone couverte par les PPI entre 10 et 20 km autour des centrales nucléaires a été lancée en septembre 2019 (voir Faits marquants en début de rapport).

Au-delà de la zone couverte par le PPI, des stocks de comprimés sont constitués afin de couvrir le reste du territoire national. À cet égard, les ministres chargés de la Santé et de l'Intérieur ont décidé la constitution de stocks de comprimés d'iode mis en place et gérés par [Santé publique France](#) (comprenant notamment l'Établissement de préparation et de réponse aux urgences sanitaires – Eprus). Chaque préfet définit dans son département les modalités de distribution à la population en s'appuyant en particulier sur les maires.

Ce dispositif est décrit dans une [circulaire du 11 juillet 2011](#) relative au dispositif de stockage et de distribution des comprimés d'iodure de potassium hors des zones couvertes par un PPI. En application de cette circulaire, les préfets ont mis en place des plans de distribution des comprimés d'iode stable en situation d'urgence radiologique qui peuvent faire l'objet d'exercices dans le cadre de la déclinaison territoriale du PNRANRM.

Le préfet peut également prendre des mesures d'interdiction de consommation des denrées alimentaires susceptibles d'avoir été contaminées par des substances radioactives dès la phase d'urgence (tant que l'installation n'est pas revenue à un état maîtrisé et stable).

En cas de rejet de substances radioactives dans l'environnement, des actions destinées à préparer la gestion de la phase post-accidentelle sont décidées. Elles reposent sur la définition d'un zonage du territoire qui sera mis en place dès la fin des rejets en sortie de la phase d'urgence, et qui comprend :

- une zone d'éloignement, définie en fonction de la radioactivité ambiante (exposition externe) dans laquelle les résidents doivent être éloignés pour une durée plus ou moins longue ;
- une zone, incluant la première zone, à l'intérieur de laquelle des actions sont nécessaires pour réduire, à un niveau aussi bas que raisonnablement possible, l'exposition des populations due à la radioactivité ambiante et à l'ingestion de denrées contaminées (par exemple, l'interdiction de consommation des produits du jardin, la limitation de la fréquentation des zones boisées, l'aération et le nettoyage des habitations...);
- une dernière zone plus étendue que les deux premières et davantage destinée à permettre la gestion économique des territoires, au sein de laquelle une surveillance spécifique des denrées alimentaires et des produits agricoles sera mise en place.

1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées

Dans le cas d'une situation d'urgence radiologique, un nombre important de personnes pourraient être contaminées par des radionucléides. La prise en charge de ces personnes devra être réalisée par des équipes de secours dûment formées et équipées pour ce type d'opération.

La [circulaire du 18 février 2011](#) relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste utilisant des substances radioactives. Ces dispositions, qui s'appliquent également à un accident nucléaire ou radiologique, visent à mettre en œuvre, sur l'ensemble du territoire national, une méthodologie unifiée d'emploi des moyens afin d'en optimiser l'efficacité.

Le [Guide national d'intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique](#) publié en 2008, dont la rédaction a été coordonnée par l'ASN, vient accompagner la [circulaire DHOS/HFD/DGSNR n° 2002/277 du 2 mai 2002](#) relative à l'organisation des soins médicaux en cas d'accident nucléaire ou radiologique, en rassemblant toutes les informations utiles pour les intervenants médicaux chargés du rassemblement et du transport des blessés ainsi que pour les personnels hospitaliers. Sous l'égide du Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN), une nouvelle version de ce guide prenant en compte l'évolution de certaines pratiques est en cours d'élaboration.

1.4 Appréhender les conséquences à long terme

La phase post-accidentelle concerne le traitement dans le temps des conséquences d'une contamination durable de l'environnement par des substances radioactives après un accident nucléaire. Elle recouvre le traitement des diverses conséquences (économiques, sanitaires, environnementales et sociales) par nature complexes, qui devraient être traitées sur le court, le moyen, voire le long terme, en vue d'un retour à une situation jugée acceptable.

Les conditions de remboursement des dommages consécutifs à un accident nucléaire sont actuellement prévues par la [loi n° 68-943 du 30 octobre 1968](#) modifiée relative à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire. La France a par ailleurs ratifié les protocoles signés le 12 février 2004 qui ont renforcé les conventions de Paris du 29 juillet 1960 et de Bruxelles du 31 janvier 1963 relatives à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire. Ces protocoles et les mesures nécessaires à leur application sont codifiés dans le code de l'environnement ([section I du chapitre VII du titre IX du livre V](#)).

Ces dispositions et les nouveaux seuils de responsabilité fixés par les deux protocoles sont entrés en vigueur en février 2016, en application de la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV). Un [arrêté du 19 août 2016](#) fixe la liste des sites bénéficiant d'un montant de responsabilité réduit pour ceux où les risques sont limités.

Dans le cadre de la poursuite de ses réflexions concernant la gestion de la phase post-accidentelle, le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle ([Codirpa](#)), mis en place par l'ASN en 2005 à la demande du Premier ministre, a travaillé pour prendre en compte les enseignements de la [gestion post-accidentelle](#) mise en œuvre au Japon après la catastrophe de Fukushima, mais aussi le retour d'expérience des exercices de crise.

À l'issue de ces travaux, le Codirpa a proposé plusieurs [recommandations](#) d'évolution de la doctrine post-accidentelle, recommandations que l'ASN a transmises au Premier ministre en novembre 2019. La principale d'entre elles consiste en une simplification du zonage post-accidentel servant de base aux mesures de protection de la population :

- pour protéger la population du risque d'exposition externe, il est proposé de maintenir le périmètre d'éloignement des populations (zone non habitable), sur la base d'une valeur de dose efficace annuelle de 20 mSv/an pour la première année, due à la seule exposition externe. La consommation et la vente des denrées produites localement seraient interdites au sein de cette zone ;
- pour limiter l'exposition de la population au risque de contamination par ingestion, un périmètre de non-consommation des denrées fraîches produites localement est proposé. Dans un premier temps, ce périmètre serait défini à partir du plus grand des périmètres de protection de la population (mise à l'abri, prise d'iode, etc.) établi lors de la phase d'urgence. Il serait ensuite affiné à partir des mesures de contamination environnementale et des modélisations disponibles ;
- concernant la commercialisation des denrées alimentaires produites localement, le Codirpa propose la mise en place d'une approche territorialisée par filière de production agricole et d'élevage, s'appuyant sur les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive définis au niveau européen pour le commerce des denrées alimentaires.

En outre, pour répondre à la demande d'accompagnement des initiatives de transfert des éléments de la doctrine vers le niveau territorial, le Codirpa a mis en place un groupe de travail impliquant de nombreuses associations (dont l'[Anccli](#)), l'IRSN mais aussi des représentants d'administrations nationales et déconcentrées. Les travaux engagés ont permis d'aboutir :

- à la création d'un site Internet Anccli/ASN/IRSN de sensibilisation au post-accident (<https://post-accident-nucleaire.fr>). Ce site permet aux élus, aux professionnels de santé, aux associations, aux personnels de l'éducation et aux acteurs économiques de trouver des documents et informations utiles pour préparer ou gérer la vie sur un territoire contaminé par un accident nucléaire ;
- à la publication d'un guide pratique destiné aux habitants d'un territoire contaminé par un accident nucléaire ;
- à une foire aux questions/réponses établie avec et pour les professionnels de santé sur les domaines de la santé et de la vie courante.

Ce premier travail d'information sera poursuivi sur le long terme, le site Internet de sensibilisation au post-accident ayant vocation à être enrichi à l'avenir par les productions du Codirpa relatives à l'information des parties prenantes du post-accident, dans une logique d'accompagnement de ces derniers.

2. Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle

2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN

En situation d'urgence, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a pour missions :

- de contrôler les dispositions prises par l'exploitant et de s'assurer de leur pertinence ;
- de conseiller les autorités quant aux actions de protection des populations ;
- de participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- d'assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

• Le contrôle des dispositions prises par l'exploitant

De même qu'en situation normale l'ASN exerce en situation accidentelle sa mission d'autorité de contrôle. Dans ce contexte particulier, l'ASN s'assure que l'exploitant exerce pleinement ses responsabilités pour maîtriser l'accident, en limiter les conséquences et informer rapidement et régulièrement les pouvoirs publics. Elle s'appuie sur l'expertise de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant des évaluations ou des actions rendues nécessaires, sans pour autant se substituer à celui-ci dans la conduite technique.

• Le conseil aux préfets de département et de zone et au Gouvernement

La décision du préfet sur les dispositions à prendre pour assurer la protection de la population en situations d'urgence radiologique et post-accidentelles dépend des conséquences effectives ou prévisibles de l'accident autour du site. De par la loi, il appartient à l'ASN de faire des recommandations au préfet et au Gouvernement, en intégrant l'analyse de l'IRSN. Cette analyse porte à la fois sur le diagnostic de la situation (compréhension de la situation de l'installation accidentée, analyse des conséquences pour l'homme et l'environnement) et sur le pronostic (évaluation des développements possibles et en particulier des rejets radioactifs). Ces recommandations portent notamment sur les actions à mettre en œuvre pour la protection des populations en phase d'urgence et en phase post-accidentelle.

• La diffusion de l'information

L'ASN intervient dans la diffusion de l'information auprès :

- des médias et du public : publication de communiqués et conférences de presse ; il importe que cette action soit coordonnée avec les autres entités amenées à communiquer (préfets, exploitants aux niveaux local et national...) ;
- des acteurs institutionnels et associatifs : collectivités locales, ministères, préfectures, autorités politiques, directions générales des administrations, Anccli, commissions locales d'information... ;
- des organismes de sûreté étrangers.

• La fonction d'autorité compétente au sens des conventions internationales

Le code de l'environnement prévoit que l'ASN assure la mission d'[autorité compétente](#) au titre des conventions internationales de 1986 sur la notification rapide et sur l'assistance. À ce titre, elle réalise le recueil et la synthèse d'informations en vue d'assurer ou de recevoir les notifications et transmettre les informations prévues par ces conventions aux organisations internationales (Agence internationale de l'énergie atomique – [AIEA](#), et Union européenne) et aux pays concernés par d'éventuelles conséquences sur leur territoire, en lien avec le ministère chargé des affaires étrangères.

2.2 S'organiser en cas d'accident majeur

L'organisation de crise de l'ASN mise en place en cas d'accident majeur comprend notamment :

- la participation d'agents de l'ASN aux différentes cellules de la CIC ;
- la mise en place au plan national d'un [centre d'urgence](#) situé à Montrouge organisé autour d'un directeur de crise et de différentes cellules spécialisées :
 - une cellule « gestion de l'information et coordination » chargée d'apporter un appui au directeur de crise ;
 - une cellule logistique ;
 - une cellule « sûreté » chargée de comprendre et d'évaluer l'événement en cours ;
 - une cellule « protection des personnes, de l'environnement et des biens » chargée notamment de proposer les actions de protection des populations ;
 - une cellule « communication interne et externe » ;
 - une cellule « relations internationales » ;
 - une cellule « anticipation ».

Le fonctionnement du centre d'urgence est régulièrement testé lors des [exercices nationaux de crise](#) et est activé en situation réelle, à l'occasion d'incidents ou d'accidents. Au plan local, des représentants de l'ASN se rendent auprès des préfets de département et de zone pour les appuyer dans leurs décisions et leurs actions de communication. Des inspecteurs de l'ASN peuvent également se rendre sur le site accidenté ; d'autres participent à la gestion de la crise au siège de la division territoriale impliquée.

Le retour d'expérience de l'accident survenu à Fukushima amène par ailleurs l'ASN à envisager d'envoyer, si nécessaire, l'un de ses représentants auprès de l'ambassade de France dans le pays où surviendrait un accident nucléaire.

En 2019, le centre d'urgence national a été gréé à 9 reprises, pour 8 exercices nationaux, dont 3 concernant une installation nucléaire de la défense nationale en lien avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense⁽¹⁾ (ASND) et une situation réelle.

Ainsi, le **11 novembre 2019** à 12h, à la suite du séisme qui a frappé la vallée du Rhône, l'équipe d'astreinte s'est mobilisée au centre d'urgence de Montrouge pour vérifier l'état des installations auprès des exploitants des [installations nucléaires de la région](#), fournir son expertise aux services de l'état et répondre aux sollicitations des médias.

Lors des exercices ou en cas de crise réelle, l'ASN est appuyée par une équipe d'analystes au centre technique de crise de l'IRSN.

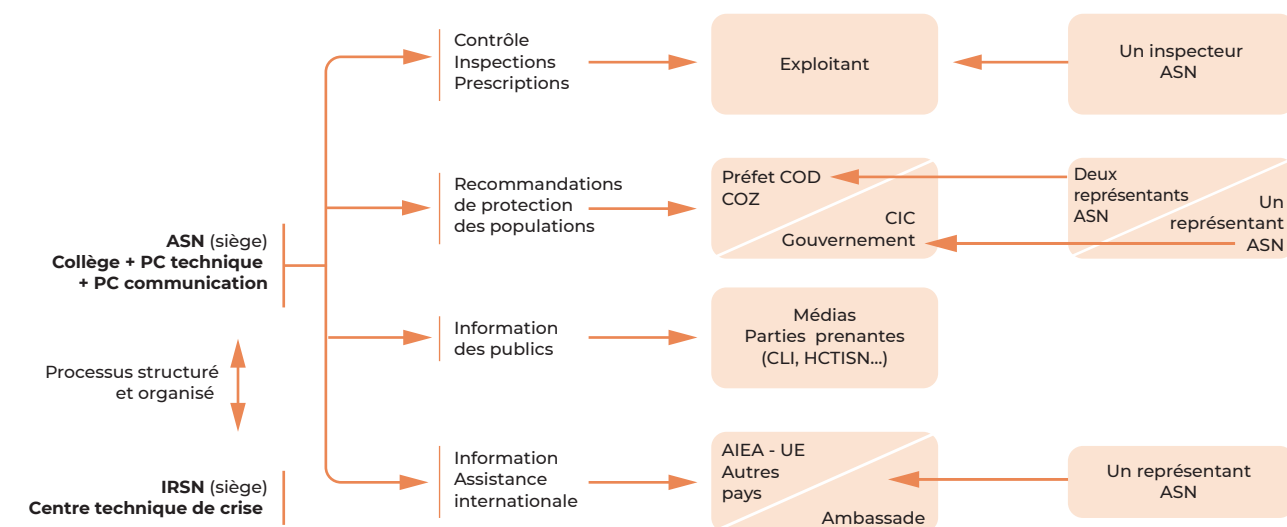
Le système d'alerte de l'ASN permet la mobilisation de ses agents ainsi que des agents de l'IRSN. Ce système automatique envoie un signal d'alerte aux agents équipés d'un moyen de réception, dès son déclenchement à distance par l'exploitant de l'INB à l'origine de l'alerte. Il diffuse également l'alerte à des agents du SGDSN, de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC), du Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises (Cogic), de Météo-France et du Centre ministériel de veille opérationnel et d'alerte du ministère de la Transition écologique et solidaire.

Un numéro vert d'urgence radiologique (**0 800 804 135**) permet également à l'ASN de recevoir les appels signalant des événements impliquant des sources de rayonnements ionisants utilisées hors des INB ou lors du transport de substances radioactives. Il est accessible 24 h/24, 7 j/7. Les informations fournies lors de l'appel

1. Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), chargé du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense, notamment celles exploitées par le CEA.

SCHÉMA 2

Rôle de l'ASN en situation de crise nucléaire



COD : Centre opérationnel départemental – COZ : Centre opérationnel de zone – CIC : Cellule interministérielle de crise – CICNR : Comité interministériel aux crises nucléaires ou radiologiques – CLI : Commission locale d'information – HCTISN : Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire – PC : Poste de commandement

sont transmises à l'équipe d'astreinte. En fonction de la gravité de l'événement, l'ASN peut activer son centre d'urgence à Montrouge en déclenchant le système d'alerte. Dans le cas contraire, seul l'[échelon local de l'ASN](#) (division concernée) intervient dans ses missions d'appui au préfet et de communication, en recourant au besoin à l'expertise des directions nationales. Afin de renforcer la gradation de la réponse et de l'organisation de l'ASN en cas de crise, pour des situations ne nécessitant pas le grément du centre d'urgence, le dispositif a été adapté pour prévoir la mise en place au niveau national d'une cellule d'appui pour soutenir la division concernée. Le format et les missions de cette cellule sont adaptés à chaque situation.

Depuis 2018, un [dispositif d'astreinte](#) permet de renforcer la robustesse et la réactivité de mobilisation et d'intervention des agents de l'ASN.

Le schéma 2 ci-dessus présente de façon synthétique le rôle de l'ASN en situation d'urgence radiologique. Ce schéma fonctionnel illustre l'importance du représentant de l'ASN auprès du préfet, qui relaie et présente les recommandations provenant du centre d'urgence de l'ASN.

Le tableau 1 ci-après montre le positionnement des pouvoirs publics (le Gouvernement, l'ASN et les experts techniques) et des exploitants en situation d'urgence radiologique. Ces acteurs interviennent dans leurs champs de compétence respectifs relatifs à l'expertise, à la décision, à l'intervention et à la communication, pour lesquels des audioconférences régulières sont organisées. Les échanges entre les acteurs conduisent aux décisions et orientations relatives à la sûreté de l'installation et à la protection de la population. De même, les relations entre les cellules de communication et les porte-parole des centres de crise assurent la cohérence de l'information du public et des médias.

3. Exploiter les enseignements

3.1 S'exercer

L'objectif principal des [exercices d'urgence nucléaire et radiologique](#) est de tester le dispositif prévu en cas de situation d'urgence radiologique afin :

- de mesurer le niveau de préparation de toutes les entités impliquées (autorités de sûreté, experts techniques, exploitants) ;
- de s'assurer que les plans sont tenus à jour, connus des responsables et des intervenants à tous les niveaux et que les procédures d'alerte et de coordination qu'ils comportent sont opérantes ;
- d'entraîner les personnes qui seraient impliquées dans une telle situation ;
- de mettre en œuvre les différents aspects de l'organisation et les procédures prévues par les directives interministérielles : les plans d'urgence, les plans de secours, les plans communaux de sauvegarde et les diverses conventions ;

- de contribuer à l'information des médias et de développer une approche pédagogique destinée à la population, afin que chacun puisse concourir par son comportement à la sécurité civile ;
- de capitaliser les connaissances et expériences en matière de gestion des situations d'urgence.

Ces exercices, planifiés dans une instruction interministérielle annuelle, associent l'exploitant, les ministères, les préfetures et les services départementaux, l'ASN, l'ASND, l'IRSN et Météo-France, ce qui peut représenter jusqu'à trois cents personnes lorsque des moyens sont déployés sur le terrain. Ils visent à tester l'efficacité des dispositifs d'évaluation de la situation, la capacité à placer l'installation ou le colis dans un état maîtrisé, à prendre les dispositions adéquates pour protéger les populations et à mettre en place une bonne communication vers les médias et les populations intéressées.

TABLEAU 1

Positionnement des différents acteurs en situation d'urgence radiologique

	DÉCISION	EXPERTISE	INTERVENTION	COMMUNICATION
Pouvoirs publics	Gouvernement (CIC) Préfet (COD, COZ)	–	Préfet (PCO) Sécurité civile	Gouvernement (CIC) Préfet (COD)
	ASN (PCT)	IRSN (CTC) Météo-France	IRSN (cellules mobiles)	ASN IRSN
Exploitants	Niveaux national et local	Niveaux national et local	Niveau local	Niveaux national et local

CIC: Cellule interministérielle de crise – COD: Centre opérationnel départemental – COZ: Centre opérationnel zonal – CTC: Centre technique de crise – PCO: Poste de commandement opérationnel – PCT: Poste de commandement technique

3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

Dans la continuité des années antérieures, l'ASN, en liaison avec le SGDSN, la DGSCGC et l'ASND, a préparé le programme 2019 des exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique concernant les INB et les transports de substances radioactives. Ce programme, annoncé aux préfets par l'instruction interministérielle du 20 décembre 2018, a pris en compte le [retour d'expérience](#) de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima et des exercices de crise réalisés en 2018.

De façon générale, ces exercices permettent de tester les cercles décisionnels au plus haut niveau et la capacité de communication des principaux acteurs sur lesquels une pression médiatique simulée est parfois exercée.

Le tableau 2 ci-dessous décrit les caractéristiques essentielles des exercices nationaux menés en 2019.

Outre les exercices nationaux, les préfets sont invités à mener des exercices locaux pour les sites implantés dans leur département, afin d'approfondir la préparation aux situations d'urgence radiologique et tester spécialement les délais de mobilisation des acteurs.

La réalisation d'un exercice national d'urgence nucléaire et radiologique, selon une périodicité maximale de 5 ans sur les sites nucléaires soumis à un PPI et d'au moins un exercice annuel concernant le transport de substances radioactives, apparaît comme un juste compromis entre l'objectif d'entraînement des personnes et le délai nécessaire pour faire évoluer les organisations.

En 2019, outre les objectifs généraux des exercices listés plus haut, des objectifs complémentaires ont été introduits dans la planification en intégrant les enseignements tirés des retours d'expérience, ainsi que les résultats des exercices et entraînements expérimentaux réalisés en 2018.

Ainsi, certains exercices ont été prolongés par une journée consacrée à l'entraînement des équipes d'intervention (pompiers, forces de l'ordre...), visant à optimiser la préparation des préfectures à la mise en œuvre des actions de protection des populations ou des actions post-accidentelles propres au nucléaire.

L'ASN s'investit également dans la préparation et la réalisation d'exercices de crise ayant un volet de sûreté nucléaire et organisés par d'autres acteurs tels que :

- ses homologues pour la sécurité nucléaire (Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité – HFDS, auprès du ministre chargé de l'énergie) ou pour les installations relevant de la Défense (ASND);
- les instances internationales (AIEA, Commission européenne, AEN);
- les ministères (Santé, Intérieur...).

En ce qui concerne les installations relevant de la Défense, au cours de l'année 2019, trois exercices pilotés par l'ASND ont été organisés dans le cadre de l'instruction interministérielle des exercices d'urgence nucléaire et radiologique. L'ASN a gréé son centre d'urgence en support de l'ASND, conformément à la convention signée le 5 juillet 2017 entre les deux autorités.

TABLEAU 2

Exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique civils réalisés en 2019

SITE NUCLÉAIRE	DATE DE L'EXERCICE	CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES
TMR CEA / NCT (Yonne – 89)	10 janvier	Acteurs inhabituels: transporteur NCT et expéditeur CEA Première mise en œuvre de la nouvelle organisation de crise Pression médiatique simulée
Centrale nucléaire EDF de Bugey (Ain – 01)	23 et 24 janvier	Relève à la mi-journée
Centrale nucléaire EDF de Belleville-sur-Loire (Cher – 18)	3 et 4 avril	Gréement initial du centre de crise par l'équipe d'astreinte puis renfort au bout d'une heure Pression médiatique simulée
Établissement CEA de Valduc (Côte d'Or – 21)	5 et 6 juin	Articulation avec ASND Gréement initial par astreinte puis renfort au bout d'une heure Pression médiatique simulée
Établissement CEA de Bruyères le Châtel (Essonne – 91)	25 et 26 septembre	Articulation avec ASND Gréement initial par astreinte puis renfort au bout d'une heure Pression médiatique simulée
Site Orano de Tricastin avec implication sur la centrale nucléaire de Tricastin (Drôme – 26 et Vaucluse – 84)	15 et 16 octobre	Conséquences sur 2 INB avec 2 exploitants différents Participation du Collège Communication interne Pression médiatique simulée
TMR EDF / TNI (Puy-de-Dôme – 63)	14 novembre	Gréement initial par astreinte puis renfort au bout d'une heure Pression médiatique simulée
Base navale de Toulon (Var – 83)	13 décembre	Articulation avec ASND Gréement initial par astreinte puis renfort au bout d'une heure

Celle-ci prévoit notamment que :

- au niveau national, l'ASN conseille l'ASND sur les aspects relatifs aux conséquences des rejets sur l'environnement et à la préparation de la gestion post-accidentelle de la crise ;
- au niveau local, un représentant de la division de l'ASN concernée se rend en préfecture pour conseiller le préfet en attendant l'arrivée du représentant de l'ASND.

L'expérience acquise au cours de ces nombreux exercices doit permettre aux agents de l'ASN de répondre plus efficacement aux situations d'urgence réelles.

3.2 Évaluer pour s'améliorer

Des réunions d'évaluation sont organisées immédiatement après chaque exercice dans chaque centre de crise et à l'ASN quelques semaines après l'exercice. L'ASN veille, avec les autres acteurs, à identifier les bonnes pratiques et les axes d'amélioration mis en évidence lors de ces exercices.

4. Perspectives

En 2019, l'ASN a contribué au dispositif français de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur au travers de différentes actions :

- participation aux exercices nationaux de crise,
- réponse par une équipe d'astreinte 7j/7, 24h/24 aux différentes sollicitations des ministères, des exploitants...,
- inspections des différents exploitants sur le thème de l'organisation et de la gestion de crise,
- coordination des travaux du Codirpa.

Lors des exercices tenus en 2019, conformément aux objectifs fixés, l'ASN a participé aux tests de la nouvelle doctrine PPI autour des centrales nucléaires, en particulier l'évacuation immédiate sur 5 km. L'ASN a également constaté des améliorations sur différents points, notamment la transmission de l'alerte et la coordination entre l'ASN et l'ASND dans le cas d'événements sur des installations de défense. Toutefois, des progrès restent à faire dans la circulation et la transmission de l'information, dans un contexte de modernisation des possibilités d'échanges numériques de données. L'ASN attachera une attention particulière sur ces points lors des exercices de 2020.

Concernant l'astreinte mise en place en janvier 2018 au sein de l'ASN, la documentation et les procédures se montrent efficaces même si des efforts de prise en compte du retour d'expérience doivent encore être réalisés.

Ces réunions d'évaluation permettent aux acteurs de partager leur expérience dans le cadre d'une démarche participative. Elles ont notamment mis en évidence :

- l'importance d'avoir des scénarios les plus réalistes possible, en conditions météorologiques réelles, et suffisamment complexes techniquement pour nourrir le retour d'expérience ;
- l'importance de la communication en situation d'urgence, en particulier pour informer au plus tôt le public et les autorités étrangères et éviter la propagation de rumeurs susceptibles d'empêcher une bonne gestion de la crise, en France comme à l'étranger ;
- l'importance de fournir aux décideurs une vision claire des conséquences radiologiques sous forme de représentations cartographiques : l'outil dénommé Criter développé par l'IRSN permet la représentation des résultats de mesures de radioactivité dans l'environnement.

Les inspections ont également permis de vérifier notamment la déclinaison par les exploitants de la décision « Urgence » sortie en 2017 et dont les dernières échéances sont en 2021. L'ASN suivra ces dernières actions en 2020.

Enfin, les travaux du Codirpa sur la période 2014-2019 ont permis de proposer une évolution des éléments de doctrine publiés en 2012. Le Plan national de réponse à un accident radiologique nucléaire majeur sera mis à jour en fonction de la décision du Gouvernement concernant la prise en compte des évolutions proposées, notamment concernant le zonage post-accidentel.

Par ailleurs, dans le cadre d'un nouveau mandat du Premier ministre, le Codirpa sera amené à travailler sur de nouveaux axes de travail, parmi lesquels l'adaptation de la doctrine post-accidentelle pour des accidents nucléaires ou radiologiques hors centrales nucléaires (accidents de transport, cas des LUDD).

Enfin, l'accident de Lubrizol a mis en lumière les différences de prise en compte des risques chimiques et radiologiques dans la gestion des actions de protection de la population. L'ASN veillera en 2020 à tirer tout le retour d'expérience de cet accident et apportera son concours aux travaux qui pourront être engagés par d'autres administrations sur ce thème.

05.



L'INFORMATION DES PUBLICS

1 Développer les relations entre l'ASN et le public 178

1.1 Sensibilisation du grand public et développement d'une culture de radioprotection chez les citoyens

- 1.1.1 Le site Internet *asn.fr*
- 1.1.2 Les réseaux sociaux
- 1.1.3 L'exposition ASN-IRSN
- 1.1.4 Le centre d'information de l'ASN

1.2 L'ASN et les professionnels

- 1.2.1 Faire connaître la réglementation
et faire progresser la culture
de radioprotection
- 1.2.2 Une plateforme pour faciliter
les démarches en ligne
- 1.2.3 Un bulletin pour partager
les bonnes pratiques et
des rencontres régulières

1.3 L'ASN et les médias

1.4 Les relations de l'ASN avec les élus et les institutionnels

1.5 La coopération internationale dans le domaine de la communication

1.6 Les agents de l'ASN et l'information

2 Renforcer le droit à l'information et la participation du public 182

2.1 L'information donnée par les exploitants

2.2 L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base

2.3 La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions

- 2.3.1 Consultation du public
sur les projets de décisions
réglementaires
- 2.3.2 Consultation du public
sur les projets de décisions
individuelles
- 2.3.3 Consultation d'instances
particulières
- 2.3.4 Consultation :
pour une participation
toujours plus large et riche
des publics

2.4 Les acteurs en matière d'information

- 2.4.1 Le Haut Comité pour la
transparence et l'information
sur la sécurité nucléaire
- 2.4.2 L'Institut de radioprotection
et de sûreté nucléaire
- 2.4.3 Les commissions locales
d'information ou de suivi
- 2.4.4 L'Association nationale
des comités et commissions
locales d'information

L'information des publics

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) place l'information des publics au cœur de son activité. Les lois de 2006 sur la [transparence et la sécurité en matière nucléaire](#) et de 2015 sur la [transition énergétique pour la croissance verte](#) ont confié à l'ASN la mission de se prononcer sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN [informe](#) donc tout au long de l'année les citoyens, les médias, le public institutionnel et les professionnels de la situation des installations nucléaires de base (INB) et des activités du nucléaire de proximité au regard des exigences de sûreté et de radioprotection. Elle présente l'ensemble de son activité de contrôle et les actions qu'elle engage dans ce cadre, diffuse largement et explique en tant que de besoin ses [décisions](#) et [positions](#). Elle publie après chaque inspection une « [lettre de suite d'inspection](#) » qui fait état de ses constats et recommandations à l'exploitant : près de 23 000 lettres de suite sont ainsi consultables en ligne. Elle édite également des notes, guides et rapports destinés aux [professionnels](#) et accessibles au public.

L'ASN favorise l'implication de la société civile et attache une grande importance à ce que les citoyens contribuent au maintien de la sûreté nucléaire et à la radioprotection : elle [consulte](#) par exemple les parties prenantes et le public sur ses projets de décisions. Pour cela, elle veille à ce que les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection soient compris du plus grand nombre, produit des [documents explicatifs](#) et s'efforce de rendre accessibles les problématiques les plus techniques.

En 2019, pour favoriser l'information du grand public, l'ASN s'est mobilisée à de nombreuses reprises en région. Elle a en effet pris une part active dans la concertation sur le [4^e réexamen](#) périodique des centrales de 900 MWe ainsi que dans la [campagne d'information et de distribution d'iode stable](#), sur un périmètre élargi autour des centrales nucléaires. Elle a participé à toutes les réunions du débat public sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ([PNGMDR](#)), organisé par la Commission nationale du débat public ([CNDP](#)), pour répondre aux questions du public relatives à la sûreté nucléaire et à la radioprotection.

1. Développer les relations entre l'ASN et le public

1.1 Sensibilisation du grand public et développement d'une culture de radioprotection chez les citoyens

L'ASN s'investit pour que les citoyens disposent d'une bonne information sur le risque nucléaire et développent les bons réflexes de [radioprotection](#) en toute circonstance. Elle développe notamment une activité de prévention contre les risques d'exposition des personnels soignants et des patients dans le cadre des activités médicales impliquant des sources radioactives. À cette fin, l'ASN met au point des dispositifs de communication complets associant des publications sur papier, le site Internet, les réseaux sociaux, les relations presse, les rencontres et les échanges avec les parties prenantes.

1.1.1 Le site Internet [asn.fr](#)

Avec plus de 85 000 visites par mois en moyenne, le site [asn.fr](#) est au cœur du dispositif d'information des publics. Il soumet à la consultation la plupart des projets d'avis et de décisions. Le site Internet est également une source d'informations de référence pour les publics plus avertis : citoyens experts, membres d'associations environnementales et professionnels.

Pour satisfaire aux besoins d'explication d'un large public, les formats des [publications](#) sont variés, et répondent aux nouvelles attentes, notamment sur les [réseaux sociaux](#). De nouveaux contenus pédagogiques sont régulièrement mis en ligne.

L'ASN prend le soin de traduire la plupart des notes d'information, communiqués et publications et contenus à fort enjeu. Ces [publications en langue anglaise](#) soutiennent l'action de l'ASN dans les grandes instances internationales et favorisent une vision concertée de la sûreté nucléaire et de la radioprotection à l'échelle mondiale.

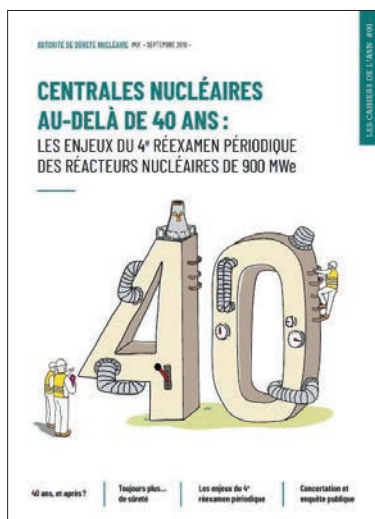
Enfin, l'ASN adresse la [Lettre de l'Autorité de sûreté nucléaire](#), publication bimestrielle à plus de 5 000 abonnés. Cette publication propose une synthèse des faits d'actualité les plus notables et des informations relatives aux décisions et aux actions de l'ASN, y compris à l'international. La lettre d'information de l'ASN est envoyée sur simple inscription sur [asn.fr](#).

Au total, ce sont plus de 4 millions de pages du site qui ont été vues en 2019.

Par ailleurs, à la suite d'irrégularités découvertes à l'usine Creusot Forge en 2016, l'ASN a renforcé les mesures de prévention et de détection des fraudes dans le domaine nucléaire. Parmi ces mesures figure un dispositif de signalement facilement accessible : le site [asn.fr](#) s'est doté d'un formulaire sécurisé de recueil de ces signalements, garantissant la [protection des lanceurs d'alerte](#) et le traitement confidentiel des informations recueillies.

1.1.2 Les réseaux sociaux

Les contenus du site, consultables sur smartphones ou tablettes, sont également partagés sur les principaux médias sociaux



Les Cahiers de l'ASN # 1: centrales nucléaires au-delà de 40 ans

(principalement [Twitter](#), [Facebook](#) et [LinkedIn](#)). Les fils d'actualité des comptes sociaux de l'ASN relaient les principales prises de position. Les temps forts auxquels participe l'ASN (auditions parlementaires, réunions publiques) sont annoncés et peuvent être suivis en temps réel sur les réseaux sociaux.

Depuis 2011, les médias sociaux sont intégrés au dispositif de communication dans les exercices de crise et participent de la « pression médiatique simulée ». L'enjeu est de prendre en compte l'instantanéité des réactions, l'urgence du besoin d'information

et la rapidité de la diffusion d'informations fausses ou tronquées. Dans ces situations d'urgence, simulées ou réelles, l'ASN veille à la cohérence, la rapidité et la clarté de l'information des publics, y compris lorsque plusieurs acteurs interviennent.

L'actualité de l'ASN est suivie et relayée aujourd'hui par plus de 10 000 abonnés sur Twitter, près de 15 500 sur LinkedIn et près de 4 000 sur Facebook.

1.1.3 L'exposition ASN-IRSN

Dans le cadre de leur mission d'information du public, l'ASN et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ont créé des contenus pédagogiques pour développer les connaissances des lycéens, étudiants, salariés, personnels hospitaliers, patients, etc. et plus généralement des citoyens sur le nucléaire et la radioprotection.

Ces contenus existent actuellement sous plusieurs formes : une [exposition](#) d'environ 80 panneaux et des livrets pédagogiques. Ils ont pour vocation d'informer sur la radioactivité – qu'elle soit naturelle ou artificielle – ses usages, ses enjeux et ses effets sur l'homme et l'environnement. Pour toute information concernant ces contenus vulgarisés, les livrets et l'exposition, les demandes sont à adresser à info@asn.fr.

En 2018 et 2019, les contenus de l'exposition ASN-IRSN ont été mis à jour et référencés en ligne pour être rendus accessibles et réutilisables facilement. Un site spécifique sera mis à la disposition du public en 2020.

Les campagnes d'information et de distribution de comprimés d'iode

Tous les 7 ans environ, une campagne d'information et de distribution de comprimés d'iode stable est menée auprès des populations riveraines des centrales nucléaires, sur toute la zone des PPI⁽¹⁾ (voir chapitre 4 point 1.1.1 b). Au-delà de cette distribution de comprimés d'iode stable, il s'agit de développer chez les citoyens la conscience du risque nucléaire et la connaissance des moyens de s'en prémunir.

En 2019 a débuté la [campagne d'information et de distribution de comprimés d'iode](#) dans les zones situées de 10 à 20 km des installations nucléaires à la suite de la récente [extension des rayons PPI](#) de 10 à 20 km. Elle est complémentaire à la campagne de 2016-2017 qui concernait la zone 0-10 km. Conduite par le ministère de l'Intérieur, elle associe les professionnels de santé, les acteurs de l'éducation, les élus, les membres des commissions locales d'information (CLI), l'IRSN, EDF... Forte de son expérience, l'ASN accompagne le ministère de l'Intérieur dans cette démarche. Afin d'atteindre la meilleure couverture possible des populations riveraines, la campagne doit se poursuivre en 2020.

Le taux de retrait de l'iode en pharmacie par les particuliers atteint environ 25 % fin février 2020. Ce résultat est en recul par rapport à la précédente campagne (2016) bien que la population ait bénéficié du même dispositif d'information (courrier, relations presse, réseaux sociaux, N° Vert, site Internet); il peut s'expliquer par le caractère inédit de ce type d'opération dans ces zones dont le rayon a récemment été étendu de 10 à 20 km. L'iode stable est en effet distribué depuis 1997 dans la zone 0-10 km; depuis septembre 2019 dans la zone 10-20 km.



L'ASN considère que le développement de la culture de radioprotection des populations résidant dans la zone 10-20 km est un axe de progrès majeur pour l'ensemble des acteurs, et sans attendre la prochaine campagne de distribution (2023).

S'agissant de l'envoi complémentaire des comprimés par voie postale aux personnes ne les ayant pas retirés en pharmacie, l'ASN est favorable à cette méthode, conformément à ce qui a été fait lors des précédentes campagnes dans la zone 0-10 km.

** Plan particulier d'intervention : dispositif local mis en place par le préfet pour gérer les conséquences sur la population d'un accident survenant sur un site présentant des risques.*

Les sujets au cœur de l'attention des médias

En 2019, certains sujets ont plus spécialement suscité l'attention des médias et de l'opinion publique : le chantier de construction de l'EPR de Flamanville, le 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe (et notamment de celui du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin), la perspective de mise à l'arrêt définitif de la centrale nucléaire de Fessenheim ou encore la détection d'une valeur anormale de tritium dans la Loire. Les questions liées au démantèlement, au vieillissement des centrales nucléaires, ou encore aux conséquences du tremblement de terre du 11 novembre 2019 dans la vallée du Rhône sont régulièrement abordées par les médias français et étrangers. Les journalistes restent par ailleurs très vigilants sur le sujet des anomalies des soudures des équipements nucléaires, annoncés par EDF en 2018-2019. Les anomalies des soudures de traversées de l'EPR de Flamanville ont en particulier fait l'objet de nombreux échanges avec la presse. Des demandes ont également concerné l'optimisation des doses dans le domaine médical, l'exposition au radon ou encore la campagne de distribution d'iode autour des centrales nucléaires.

1.1.4 Le centre d'information de l'ASN

Tout citoyen peut adresser à l'ASN des demandes d'information en ligne (à l'adresse info@asn.fr), par courrier et téléphone. Chaque année, le centre d'information en ligne répond à plus de 1 500 sollicitations sur des questions diverses (questions techniques, demandes de transmission de documents administratifs, d'informations relatives à l'environnement, de publications, recherches documentaires, etc.).

1.2 L'ASN et les professionnels

L'ASN élabore des publications spécifiques, organise et participe à de nombreux colloques et séminaires afin de faire connaître la réglementation, de sensibiliser les professionnels aux responsabilités et aux enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection et, enfin, d'encourager la déclaration des événements significatifs.

1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection

L'ASN considère qu'une réglementation claire s'appuyant sur les meilleurs standards de sûreté est un élément important pour le progrès de la sûreté des INB. Elle a ainsi entrepris depuis plusieurs années un important travail de [refonte de la réglementation technique et générale applicable aux INB](#), en veillant toujours à la clarté et à la complétude des informations délivrées aux professionnels en matière réglementaire. Il en est de même pour la radioprotection des travailleurs et des patients, dans le domaine médical et dans l'industrie : l'ASN met à la disposition de tous des guides, fiches pratiques et recueils de référence.

• La revue *Contrôle* et Les cahiers de l'ASN

Référence auprès des publics avertis, la revue *Contrôle* a été éditée chaque trimestre pendant plus de 20 ans jusqu'en fin 2016 (plus de 200 numéros). Les 100 derniers numéros de la revue restent consultables sur asn.fr. Un *Cahier de l'ASN* vient apporter des informations vulgarisées sur les enjeux et les processus du 4^e réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe.

• Des Guides de l'ASN pour une application concrète des décisions

Les [Guides de l'ASN](#) énoncent des recommandations, présentent des moyens que l'ASN estime pertinents pour atteindre les objectifs fixés par la réglementation, partagent les méthodes et les bonnes pratiques issues du retour d'expérience des événements significatifs. L'ASN met à jour ou édite de nouveaux guides professionnels chaque année. En 2019, l'ASN a publié les versions anglaises des [Guides n°27](#) "Stowage of Radioactive Packages, Materials or Objects for Transportation" et [n°34](#) "Implementation of the Regulatory Requirements Applicable to On-Site Transport Operations".

• Une rubrique pour les professionnels sur asn.fr

Les [professionnels](#) retrouvent dans une rubrique spécifique l'ensemble des textes réglementaires et des formulaires qui concernent leur domaine d'activité, ainsi que les fiches, bilans sectoriels, etc. Pour leurs formalités en ligne, les professionnels sont, le cas échéant, dirigés vers la plate-forme de téléservices.

1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne

Déclarations auprès de l'ASN, demandes d'autorisation : les démarches réglementaires se transforment au fil des mois en services en ligne sur le portail teleservices.asn.fr. L'ASN tend ainsi à faciliter les démarches des professionnels, pour favoriser la culture de sûreté et de radioprotection. Ainsi, depuis mai 2017, toutes les déclarations d'événements significatifs dans le domaine de la radioprotection se font en ligne, garantissant une information instantanée à toutes les parties prenantes. Ce sont ainsi plus de 1 500 événements significatifs qui ont été déclarés depuis la création de ce téléservice.

1.2.3 Un bulletin pour partager les bonnes pratiques et des rencontres régulières

Le bulletin [La Sécurité du patient – Pour une dynamique de progrès](#) a été créé en mars 2011 pour restituer les enseignements des événements significatifs en radioprotection aux professionnels de la radiothérapie. Il alterne depuis juillet 2019 des sujets consacrés à la radiothérapie, à l'imagerie médicale diagnostique (conventionnelle, scanner ou médecine nucléaire) et aux pratiques interventionnelles radioguidées. Réalisé dans le cadre de groupes de travail pluriprofessionnels pilotés par l'ASN, le bulletin propose un décryptage thématique, des bonnes pratiques des services et des recommandations élaborées par les sociétés savantes de la discipline concernée et les institutions de la santé et de la radioprotection.

Deux numéros ont été publiés en 2019 sur le « [Rex à l'étranger](#) » (avril) et « [Bien utiliser les fonctionnalités du scanner](#) » (juillet).

Dans le domaine industriel, les fiches « Éviter l'accident » présentent l'analyse de l'ASN des événements significatifs déclarés : défaillances identifiées et bonnes pratiques à adopter. Deux premiers numéros ont été publiés en 2019 sur « [Gammagraphie et coactivité](#) » (mai) et « [Rejets non maîtrisés vers les eaux souterraines](#) » (septembre).

L'ASN participe régulièrement aux congrès du secteur médical et de la radioprotection. En 2019, l'ASN était présente aux Journées françaises de radiologie (JFR) ainsi qu'aux congrès de l'[Association française du personnel paramédical d'électroradiologie](#) et de la [Société française de radioprotection](#). Elle y a présenté les nouvelles obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale et sensibilisé les professionnels à la radioprotection par des animations sur les évolutions réglementaires et sur le « bloc des erreurs » pour la radiologie interventionnelle. L'ASN a également participé au congrès de l'Association Européenne

de Santé Publique, [EUPHA](#), pour présenter ses actions concernant les activités médicales, le radon et la gestion de l'urgence et le post-accidentel.

L'ASN est également à l'initiative de séminaires professionnels thématiques, nationaux ou régionaux (trois séminaires professionnels ont été organisés par les divisions de l'ASN en 2019, à Lyon, Nancy et Lille). Ces rendez-vous permettent d'échanger avec les publics spécialisés, de mieux faire connaître la réglementation et guide des dispositions réglementaires, de présenter le bilan des inspections et de partager l'analyse des événements significatifs en radioprotection.

1.3 L'ASN et les médias

L'ASN entretient des relations régulières avec les médias régionaux, nationaux et étrangers tout au long de l'année. Chaque année, les porte-parole de l'ASN se rendent disponibles pour répondre à plus de 600 sollicitations presse, y compris de la part de médias étrangers, et donnent une vingtaine de conférences de presse locales et nationales. Pour la plupart d'entre elles, les demandes presse concernent les interrogations locales propres à une installation. Certaines portent sur des enjeux plus généraux : la gestion des déchets radioactifs, le démantèlement, les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs, les améliorations de sûreté. L'ASN entretient également des relations avec la presse médicale sur les sujets de radioprotection des patients ou des personnels soignants.

Lors de la publication chaque année de son [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#), l'ASN va à la rencontre des journalistes de la presse régionale. En 2019, 15 [conférences régionales](#) se sont tenues de fin mai à mi-septembre. L'ASN a ainsi pu répondre directement à une centaine de médias, ce qui a permis une large reprise de l'information (plus de 160 articles). Lors de ces rencontres, les [divisions territoriales](#) de l'ASN rendent compte de l'appréciation de l'ASN sur la sûreté des installations situées sur les territoires. L'actualité régionale dans le domaine de la radioprotection est abordée, celle-ci pouvant concerner le domaine médical, industriel, les sites pollués par des substances radioactives, l'exposition de la population au radon, les anciens sites miniers...

1.4 Les relations de l'ASN avec les élus et les institutionnels

Chaque année, l'ASN présente à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) le présent [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#). Ce rapport, qui constitue le document de référence sur l'état des activités contrôlées par l'ASN, est également remis au président de la République, au Gouvernement et au Parlement. Il est envoyé à plus de 2000 destinataires : responsables d'administration, élus locaux, exploitants et responsables d'activités ou d'installations contrôlées, associations, syndicats professionnels, sociétés savantes, etc.

Chaque année, l'ASN est auditionnée une dizaine de fois par le Parlement sur son activité, sur des sujets relatifs à la sûreté nucléaire et la radioprotection et dans le cadre du projet de loi de finances. L'ASN entretient également des relations régulières avec les élus nationaux et locaux, et leur apporte conseil et soutien à leur demande.

En 2019, l'ASN s'est notamment rendue disponible pour une audition contradictoire organisée par l'OPECST en juillet, sur le problème des [anomalies des soudures du circuit VVP de l'EPR](#)

[de Flamanville](#). Dans les territoires, les divisions de l'ASN ont répondu aux sollicitations des conseils départementaux ou des CESER⁽¹⁾ sur les sujets liés à la sûreté nucléaire et à la radioprotection (vieillesse du parc nucléaire, gestion des déchets radioactifs, etc.).

1.5 La coopération internationale dans le domaine de la communication

L'ASN s'investit au [plan international](#) pour favoriser le retour d'expérience et le partage des meilleures pratiques en matière d'information du public. L'ASN prend ainsi régulièrement part aux groupes de travail sur la communication et l'information des publics pilotés par l'Agence internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)), ou aux missions de coopération financées par la Commission européenne (voir chapitre 6). L'ASN reçoit chaque année des délégations étrangères pour échanger sur les meilleures pratiques.

En 2019, l'ASN a pris une part active au séminaire international organisé par l'[AEN](#) (*Workshop on Stakeholder Involvement: Risk Communication*) et a partagé ses retours d'expérience sur les problématiques de transparence, de communication grand public et de communication de crise, avec son homologue marocaine. L'ASN a également participé, en marge de la conférence générale de l'AIEA qui s'est tenue en septembre, à la conférence organisée par l'Autorité de sûreté canadienne sur les conditions favorisant la confiance du public vis-à-vis du régulateur.

1.6 Les agents de l'ASN et l'information

Pour diffuser une information de qualité, claire et compréhensible, l'ASN propose à ses personnels des formations adaptées à leurs différentes responsabilités, dans les domaines de la communication écrite et orale, et de la gestion de crise.

L'ASN a une mission d'information du public en cas de [situation d'urgence](#)⁽²⁾. Afin de s'y préparer, les agents de l'ASN reçoivent des formations spécifiques et participent à des exercices de crise. Chaque année, une dizaine d'[exercices de crise](#) comportent une pression médiatique simulée, exercée par des journalistes, destinée à tester la réactivité de l'ASN face aux médias, ainsi que la cohérence et la qualité des messages délivrés par les différents acteurs aux plans national et local (voir chapitre 4).

1. Conseil économique, social et environnemental régional.

2. Selon l'article L. 59232 du code de l'environnement.

2. Renforcer le droit à l'information et la participation du public

L'ASN applique, avec une grande vigilance, l'ensemble des dispositions législatives et réglementaires relatives à la transparence et l'accès des publics à l'information. Elle veille également à leur application par les exploitants soumis à son contrôle ; elle s'attache à faciliter les échanges entre les différentes parties prenantes.

2.1 L'information donnée par les exploitants

Les principaux exploitants d'activités nucléaires mettent en œuvre des politiques volontaires d'information du public. Ils sont en outre soumis à des obligations légales générales, comme le rapport sur l'environnement prévu par le code du commerce pour les sociétés par actions, ou à des obligations spécifiques au domaine nucléaire comme précisé ci-après.

• Le rapport annuel d'information du public établi par les exploitants d'INB

Tout exploitant d'INB doit établir chaque année un rapport portant notamment sur sa situation et les actions qu'il mène en matière de prévention des risques pour la santé publique et l'environnement⁽³⁾. La rédaction de ces rapports a fait l'objet de recommandations de l'ASN dans un guide publié en 2010 ([Guide de l'ASN n° 3](#)). Les rapports font souvent l'objet d'une présentation en CLI (voir point 2.3.4).

• L'accès aux informations détenues par les exploitants

Depuis l'entrée en vigueur de la loi TSN, le domaine nucléaire bénéficie d'un dispositif régissant l'accès du public aux informations.

En application du code de l'environnement, les exploitants doivent communiquer à toute personne qui en fait la demande les informations qu'ils détiennent sur les risques que leur activité présente pour la santé publique et l'environnement et sur les actions menées pour prévenir ou réduire ces risques.

Ce droit à l'information sur les risques concerne également les responsables du transport de substances radioactives dès lors que les quantités sont supérieures aux seuils fixés dans la loi.

• La Commission d'accès aux documents administratifs

En cas de refus de l'exploitant de communication d'un document, le demandeur peut saisir la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA), autorité administrative indépendante. Si l'avis de la CADA n'est pas suivi, le litige peut être porté devant la juridiction administrative, qui statuerait sur la communicabilité de l'information en cause.

L'ASN est particulièrement attentive à l'application de ce droit à l'information, dans le respect de la protection des intérêts prévue par la loi (sécurité, secret des affaires, etc.).

2.2 L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base

La loi TECV a institué une obligation d'information régulière des riverains d'une INB sur la nature des risques d'accident liés à cette installation, sur les conséquences envisagées de tels accidents, sur les mesures de sécurité prévues et sur la conduite à tenir en cas d'accident. Cette information est assurée aux frais de l'exploitant.

2.3 La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions

L'article 7 de la [Charte de l'environnement](#) consacre le droit, pour toute personne, de [participer à l'élaboration des décisions](#) publiques ayant une incidence sur l'environnement. Cette disposition est applicable à une part importante des décisions prises par l'ASN ou pour lesquelles elle intervient en formulant des avis (projets de décrets et d'arrêtés pris par le Gouvernement notamment).

En 2019, ce sont 91 projets de décisions, avis et guides qui ont ainsi été soumis à la consultation du public.

2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires

L'article L. 123-19-1 du code de l'environnement prévoit une procédure de consultation par Internet du public sur les projets de décisions autres que les décisions individuelles ayant une incidence sur l'environnement.

L'ASN a décidé d'en faire une application large. Ainsi, tous les projets de décisions réglementaires de l'ASN relatives aux INB – y compris celles afférentes aux équipements sous pression nucléaires – sont considérés comme ayant une incidence sur l'environnement et sont donc soumis à la participation du public. La même approche est retenue pour les décisions réglementaires relatives au transport de substances radioactives prises par l'ASN.

Les décisions réglementaires de l'ASN en matière de radioprotection sont également soumises à la participation du public lorsqu'elles portent sur des activités ayant des rejets significatifs dans l'environnement, produisant une quantité significative de déchets, pouvant être à l'origine de nuisances importantes pour le voisinage, ou représentant un risque pour les riverains et les milieux environnants en cas d'accident.

Enfin, l'ASN applique cette même procédure à certains projets de guides et certains projets d'avis, bien qu'ils n'aient pas de caractère réglementaire.

Au cours de l'année 2019, cinq consultations ont porté sur des projets de décisions réglementaires.

2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles

Les décisions individuelles⁽⁴⁾ en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection peuvent faire l'objet de plusieurs procédures de consultation du public présentées ci-dessous.

• L'enquête publique

En application du code de l'environnement, les demandes d'autorisation de création et les dossiers de démantèlement d'une INB font l'objet d'une enquête publique⁽⁵⁾. Le dossier mis à enquête publique comporte notamment l'étude d'impact et l'étude de maîtrise des risques. Celle-ci présente, sous une forme accessible, l'inventaire des risques du projet d'installation et l'analyse des dispositions prises pour les prévenir. Cette étude comprend également un résumé non technique destiné à faciliter la prise de connaissance par le public des informations qu'elle contient.

3. Voir l'article L. 12115 du code de l'environnement.

4. Décision individuelle : décision qui s'applique à un exploitant pour une installation donnée.

5. En application des dispositions de l'article L.123-12 du code de l'environnement.

En direct des CLI

En 2019, les CLI ont été régulièrement sollicitées pour participer ou co-organiser des réunions de concertation dans le cadre de dispositifs nationaux : elles ont abordé les problématiques liées au vieillissement des centrales nucléaires dans le cadre de la concertation sur les 4^e réexamens périodiques des centrales de 900 MWe. Elles ont pris part au débat sur la gestion des matières et déchets radioactifs, dans le cadre du débat public sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs. Par ailleurs, elles se sont fait les relais, localement, de la campagne nationale d'information et de distribution d'iode sur le périmètre 10-20km (voir *infra*).

Initiatives saluées par l'ASN, deux réunions inter-CLI (InterCLI du Val de Loire, InterCLI du Sud-Est) ont été organisées en 2019, dans une logique de réflexion collective, de partage des savoirs et savoir-faire, et de mutualisation des moyens.



05

Consultations, mode d'emploi

La procédure de participation du public consiste en une mise à disposition du projet de décision réglementaire sur le site pendant au moins 21 jours afin de recueillir les commentaires du public.

La liste indicative des consultations programmées sur les projets de décisions réglementaires et de guides ayant une incidence sur l'environnement est mise à jour tous les trois mois sur asn.fr.

Une synthèse des observations reçues précisant comment il en a été tenu compte et un document exposant les motifs de la décision sont publiés sur asn.fr au plus tard à la date de publication de la décision.

Depuis 2017, le dossier d'enquête publique est consultable⁽⁶⁾ en ligne pendant toute la durée de l'enquête et mis à disposition sur support papier dans un ou plusieurs lieux déterminés dès l'ouverture de l'enquête publique. Le rapport préliminaire de sûreté (document plus technique) ne figure pas dans le dossier d'enquête publique, mais peut être consulté pendant toute la durée selon les modalités fixées par l'arrêté organisant l'enquête.

En 2019, une enquête publique a été menée pour le site du Bugey.

• La mise à disposition des projets sur asn.fr

Les décisions individuelles non soumises à enquête publique et susceptibles d'avoir un effet significatif sur l'environnement (comme les projets de modification d'INB ou de conditions d'exploitation susceptibles de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets) font l'objet d'une consultation sur Internet. Dans ce contexte, le dossier de l'exploitant est mis à la disposition du public sur asn.fr.

Au cours de l'année 2019, 28 consultations ont porté sur des projets de décisions individuelles concernant les INB et 51 ont concerné le nucléaire de proximité.

2.3.3 Consultation d'instances particulières

Les procédures d'autorisation des INB prévoient également de recueillir l'avis du conseil départemental, des conseils municipaux et de la CLI (voir point 2.3.1). Les CLI ont en outre la possibilité

d'être entendues par le collège de l'ASN, avant que ce dernier ne rende son avis sur le projet de décret d'autorisation qui lui est soumis par le ministre chargé de la sûreté nucléaire.

La CLI et le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques sont consultés sur les projets de prescriptions de l'ASN relatives aux prélèvements d'eau, aux rejets d'effluents dans le milieu ambiant et à la prévention ou à la limitation des nuisances de l'installation pour le public et l'environnement.

2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics

L'ASN veille à ce que ces consultations permettent au public et aux associations intéressées d'apporter leur contribution, notamment en s'assurant de la qualité des dossiers présentés par les exploitants et en cherchant à renforcer les moyens dont disposent les CLI pour émettre un avis sur ces dossiers.

Les technologies numériques et les usages de participation citoyenne amènent l'ASN à faire évoluer le cadre de la consultation du public afin de permettre une participation efficace de celui-ci dans les processus de décision.

2.4 Les acteurs en matière d'information

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

Le HCTISN, créé par la loi TSN, est une instance d'information, de concertation et de débat sur les activités nucléaires, leur sûreté et leurs effets sur la santé des personnes et sur l'environnement. Il peut se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence.

Le HCTISN élabore et rend publics des avis. Il organise quatre réunions plénières par an au cours desquelles les sujets majeurs d'actualité sont présentés et discutés : l'ensemble des présentations est accessible en ligne sur hctisn.fr. Le président de l'ASN est membre du Haut Comité, l'ASN siège au bureau du HCTISN avec un rôle consultatif, participe à ses différents groupes de travail et apporte régulièrement des éléments d'information sur les sujets à l'ordre du jour des plénières.

En 2019, le HCTISN a mis en place, avec le soutien de l'ASN, de l'IRSN, d'EDF et de l'Association nationale des comités et com-

6. Voir : asn.fr/Reglementer/La-reglementation/Le-regime-juridique-des-installations-nucleaires-de-base/Les-autorisations-de-creation-et-de-mise-en-service-d-une-installation.

Le cadre de fonctionnement des commissions locales d'information et des commissions de suivi de site

Les commissions locales d'information (CLI), dont la création incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement ou des intérêts économiques, d'organisations syndicales de salariés et des professions médicales, ainsi que des personnalités qualifiées. Les représentants des services de l'État, dont l'ASN, et ceux de l'exploitant participent de plein droit avec voix consultative aux travaux de la CLI. La loi TECV a prévu la participation de membres étrangers dans les CLI des départements frontaliers. Les CLI sont présidées par le président du conseil départemental ou par un élu du département qu'il désigne à cet effet. Elles reçoivent les informations nécessaires à leur mission de la part de l'exploitant, de l'ASN et des autres services de l'État. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement. À l'exception de l'installation Ionisos à Dagneux (Ain), tous les sites d'installations nucléaires de base sont dotés d'une CLI.

Les CLI sont financées par les collectivités territoriales et par l'ASN qui consacre environ 1,25 M€ par an au soutien financier des CLI et de leur fédération nationale, l'Anccli. Dans le cadre de ses réflexions sur le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, l'ASN propose régulièrement au Gouvernement la mise en œuvre du dispositif, prévu par la loi du 13 juin 2006, d'abondement du budget des CLI à statut associatif (soit une dizaine) par un prélèvement sur la taxe INB.

Auprès des anciens sites nucléaires, des laboratoires de recherche ou des sites de traitement de déchets, des commissions de suivi des sites (CSS) remplacent progressivement les comités locaux d'information et de suivi (CLIS), en application du décret du 7 février 2012⁽⁷⁾. Cadres d'échange et d'information sur les actions menées par les exploitants des installations visées, elles promeuvent l'information du public. Elles sont notamment tenues informées des incidents et accidents dont les installations sont l'objet, voire des projets de création, d'extension ou de modification des installations.

L'ASN est invitée aux comités de suivi des sites de défense ainsi qu'à ceux des anciens sites miniers.

** Pris en application de l'article L. 125-2-1 du code de l'environnement.*

missions locales d'information (Anccli), la concertation sur la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe. Cette concertation a fait l'objet d'un rapport, rendu public en septembre 2019, et l'ensemble des documents relatifs à cette concertation figurent sur le site concertation.suretenucleaire.fr.

2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'IRSN met en œuvre une politique d'information en cohérence avec le contrat d'objectifs et de performance signé avec l'État.

La loi TECV a imposé à l'IRSN de rendre publics les avis qu'il remet aux autorités qui l'ont saisi. Ainsi, depuis mars 2016, l'IRSN publie bimensuellement sur son site Internet tous ses avis émis sur saisine de l'ASN. Ces avis constituent la synthèse de l'expertise réalisée par l'Institut en réponse à la demande de l'ASN. Sur les sujets de préoccupation, suscitant des interrogations du public ou des acteurs publics, l'ASN et l'IRSN veillent à une bonne coordination des prises de parole, afin de garantir une information cohérente, claire et consistante.

Par ailleurs, chaque année, l'IRSN rend publics les résultats de ses programmes de recherche et développement, à l'exclusion de ceux qui relèvent de la défense nationale.

Dans le cadre d'une saisine de l'ASN et après accord de celle-ci, l'IRSN peut solliciter la participation de publics avertis, de riverains, ou encore du grand public. L'Institut leur apporte alors une information complète et accessible, et recueille en retour leurs sujets de préoccupation et leurs questionnements, afin de les intégrer au travail d'expertise réalisé au profit de l'ASN.

2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi

Les CLI ont souvent une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection. Elles analysent les effets des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement des installations du site nucléaire autour duquel elles ont été constituées⁽⁷⁾.

L'ASN considère que le bon fonctionnement des CLI contribue à la sûreté et entretient avec elles un dialogue de qualité. Elle veille à assurer une information des CLI la plus complète possible, y compris en participant aux réunions publiques. En partenariat avec l'Anccli, l'ASN favorise le fonctionnement en réseau des chargés de mission des CLI et dote les CLI des outils et de l'accompagnement nécessaires pour assurer une bonne information des publics « profanes ». À leur demande, les CLI ont été accompagnées par l'ASN : sur les sujets techniques, par des inspecteurs, et sur les problématiques de diffusion de l'information, par des responsables de communication. L'exposition ASN-IRSN a été mise à la disposition des CLI autant de fois que demandé.

Les inspecteurs de l'ASN peuvent également proposer aux représentants des CLI de participer à des inspections⁽⁸⁾. Ils incitent les exploitants d'INB à faciliter l'accès des CLI aux dossiers des procédures dans lesquelles l'avis de la CLI sera requis, et favorisent l'association des CLI à la préparation des exercices de crise.

Dans le même esprit, l'ASN considère que le développement d'une offre diversifiée d'expertise dans le domaine nucléaire est indispensable pour que les CLI puissent s'appuyer dans leurs avis sur des expertises distinctes de celles réalisées pour le compte de l'exploitant ou de l'ASN.

7. Le cadre de fonctionnement des CLI est défini par les articles L. 125-17 à L. 125-33 du code de l'environnement et par le décret n° 2008-251 du 12 mars 2008 relatif aux CLI auprès des INB, et par décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux installations nucléaires de base, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire.

8. Dans le cadre actuel, seuls les inspecteurs de l'ASN et les experts qui les accompagnent ont un droit d'accès aux installations opposable à l'exploitant. L'accord de ce dernier est donc nécessaire pour la participation d'observateurs des CLI lors des inspections.

• Les CLI et l'information des publics

Les CLI organisent des réunions plénières et mettent en place des commissions spécialisées. La loi TECV dispose que chaque CLI tienne au moins une réunion ouverte au public chaque année. L'ASN favorise les échanges de bonnes pratiques afin de faire de ces réunions publiques des temps d'échanges riches et des occasions de contribuer à la bonne information de la population.

La plupart des CLI disposent d'un site Internet ou de pages sur le site de la collectivité qui les soutient ; une vingtaine d'entre elles éditent une lettre d'information (parfois sous la forme d'encarts dans le bulletin d'une collectivité).

En 2019, la conférence des CLI, rendez-vous annuel des commissions locales d'information organisé par l'ASN en partenariat avec l'Anccli, a permis de rendre compte des initiatives et des questionnements des CLI. Le passage à l'échelle des missions de suivi et d'information, à l'occasion de l'élargissement des périmètres des plans particuliers d'intervention, reste un centre d'intérêt majeur des CLI. Les rôles des CLI comme intermédiaires de confiance, sur les sujets nucléaires, dans les territoires, ainsi que leur rôle dans la préparation des exercices de crise ou leur vigilance sur les sujets environnementaux, ont été l'objet de débats riches.

2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information

L'article L. 125-32 du code de l'environnement prévoit la constitution d'une association des CLI, et le décret du 12 mars 2008 précise les missions de cette fédération. L'Anccli regroupe les 34 CLI françaises, ainsi que les 34 comités instaurés auprès des installations intéressant la défense. Elle dispose d'un comité scientifique et a mis en place cinq groupes permanents thématiques (« Matières et déchets radioactifs », « Post-accident – territoires »,

« Sécurité », « Démantèlement », « Santé »). Elle est également fortement impliquée dans les instances de dialogue et d'échanges mises en place par ses partenaires (HCTISN, ASN, IRSN...).

• Partenariat avec l'ASN

L'Anccli a des échanges réguliers avec l'ASN et participe à plusieurs de ses groupes de travail permanents ou occasionnels. L'Anccli favorise la montée en compétence technique des membres de CLI en organisant avec l'IRSN, dans le cadre des travaux d'expertise réalisés pour l'ASN, des séminaires thématiques. L'Anccli, avec l'ASN et l'IRSN, entretient un dialogue technique sur les sujets à fort enjeu et participe aux consultations publiques sur les questions nucléaires. Chaque année, l'ASN organise en coopération avec l'Anccli la [conférence nationale des CLI](#) qui réunit plus de 250 personnes, et permet, le temps d'une journée, le partage d'expérience et la réflexion collective sur des enjeux communs aux CLI.

• L'activité de l'Anccli

L'Anccli anime le réseau des CLI qu'elle représente. En diffusant une veille régulière, des éléments de compréhension et des informations vulgarisées à destination du grand public, l'Anccli contribue à donner aux CLI les moyens d'assurer leurs missions d'information des publics. À l'écoute des CLI et en relation avec des sources d'expertise diversifiées, l'association conduit des réflexions nationales sur les questions de sûreté nucléaire, et répercute largement le fruit de ces travaux (positions de l'Anccli) tant dans les instances nationales ou européennes qu'auprès des élus locaux et publics des CLI.

06.



LES RELATIONS INTERNATIONALES

1 Les objectifs de l'ASN en Europe et dans le monde 188

- 1.1 La priorité donnée à l'Europe
- 1.2 La coopération dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection hors de l'Europe

2 Les relations au sein de l'Europe 189

- 2.1 Le Traité Euratom
- 2.2 La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires
- 2.3 La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs
- 2.4 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection
- 2.5 Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)
- 2.6 Les groupes de travail européens du Traité Euratom
- 2.7 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)
- 2.8 L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)
- 2.9 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)
- 2.10 Les programmes d'assistance de la Commission européenne au titre de l'ICSN

3 Les relations multilatérales internationales 192

- 3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)
- 3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)
- 3.3 Le programme multinational d'évaluation des nouveaux modèles de réacteur (MDEP)
- 3.4 L'Association internationale des responsables d'autorités de sûreté nucléaire (INRA)
- 3.5 Le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR)
- 3.6 La Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

4 Les conventions internationales 194

- 4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire
- 4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs
- 4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire
- 4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique
- 4.5 Autres conventions ayant un lien avec la sûreté nucléaire et la radioprotection

5 Les relations bilatérales 195

- 5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangers
- 5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral
- 5.3 Échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangers

6 Perspectives 199

Les relations internationales

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) s'attache, dans les [cadres de coopération](#) bilatéraux, européens et multilatéraux qu'elle développe ou auxquels elle participe, à promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux, à faire connaître les positions et doctrines françaises qui peuvent contribuer à cette promotion et à tirer parti des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection.

Cette démarche de mutualisation, d'harmonisation et d'amélioration des connaissances et des pratiques

intègre également la coopération sur les événements nucléaires significatifs et les accidents ([Tchernobyl](#), [Fukushima](#)).

L'ensemble de cette action se fonde sur les dispositions législatives du [code de l'environnement](#). Celles-ci prévoient notamment que, dans le périmètre de ses compétences, l'ASN propose au Gouvernement les positions françaises dans les négociations internationales et représente la France dans les instances des organisations internationales et communautaires du domaine.

1. Les objectifs de l'ASN en Europe et dans le monde

La démarche de mutualisation, d'harmonisation et d'amélioration des connaissances et des pratiques conduit l'ASN à œuvrer dans trois cercles principaux de coopération.

Sur un [plan bilatéral](#), l'ASN coopère tout d'abord avec de nombreux pays dans le cadre d'accords bilatéraux, qui peuvent être des accords gouvernementaux ou des arrangements administratifs. Les relations bilatérales permettent des échanges directs sur les sujets d'actualité et la mise en place d'actions de coopération parfois au profit d'initiatives communes dans un cadre européen ou multilatéral, qui peuvent conduire à l'élaboration de nouveaux référentiels de sûreté ou de radioprotection. Elles sont également essentielles dans la [gestion des situations d'urgence](#).

Sur le [plan européen](#), le contexte réglementaire a évolué depuis 2009 avec l'adoption, la mise à jour et la mise en œuvre de trois directives européennes portant sur les domaines de la sûreté nucléaire ([directive 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009](#) établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires, modifiée en 2014), de la législation des déchets ([directive 2011/70/Euratom du Conseil du 19 juillet 2011](#) établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs) et de la radioprotection ([directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom).

Dans la construction de ce cadre juridique relatif à la sûreté nucléaire, la Commission européenne est appuyée par l'instance européenne [ENSREG](#) (*European Nuclear Safety Regulators Group*), qui rassemble des experts issus de la Commission européenne et des pays membres de l'Union européenne¹.

Les autorités de sûreté ont également constitué, en particulier au plan européen, des associations fondées sur le volontariat, telles que l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest ([WENRA](#), *Western European Nuclear Regulators Association*), l'Association des autorités européennes compétentes en radioprotection ([HERCA](#), *Heads of the European Radiological*

protection Competent Authorities), ainsi que l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine du transport des matières radioactives ([EACA](#), *European Association of Competent Authorities*), qui épaulent techniquement, en lien avec les organismes d'expertise technique, les régulateurs et la Commission européenne.

Sur le [plan multilatéral](#), la coopération se déroule, notamment, dans le cadre de l'Agence internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)), agence de l'Organisation des Nations unies (ONU) fondée en 1957, et de l'Agence de l'Organisation de coopération et de développement économique ([OCDE](#)) pour l'énergie nucléaire ([AEN](#)) créée en 1958. Ces deux agences constituent les deux organisations intergouvernementales les plus importantes dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

1.1 La priorité donnée à l'Europe

L'Europe constitue l'un des axes prioritaires de l'action internationale de l'ASN. L'objectif est de contribuer à la mutualisation, l'harmonisation et l'amélioration des connaissances et des pratiques dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la sûreté de la gestion des déchets et du combustible usé, et de la radioprotection.

S'agissant de la sûreté nucléaire et de la sûreté de la gestion des déchets et du combustible usé, l'ASN participe à deux organisations œuvrant notamment en faveur d'une harmonisation européenne : ENSREG et WENRA.

Créé en 2008, l'ENSREG a fait émerger un consensus politique sur les directives européennes en matière de sûreté nucléaire en juin 2009, puis de gestion du combustible usé et des déchets en juillet 2011. Cette institution a également participé au processus d'élaboration de la révision de la directive sur la sûreté nucléaire proposée par la Commission européenne en 2013, dans le prolongement de la réflexion menée après l'accident de Fukushima. Chaque autorité de sûreté a ensuite apporté un éclairage technique à son gouvernement chargé des négociations à Bruxelles jusqu'à sa révision le 8 juillet 2014.

1. Les délégations nationales sont composées pour moitié de chefs d'autorité de sûreté et pour moitié de représentants des ministères de l'Environnement ou de l'Énergie.

Créée en 1999, WENRA est une association regroupant, à titre de membres, les chefs d'autorité de sûreté des pays européens dotés de réacteurs de production d'électricité. D'autres pays participent aux activités de WENRA à titre d'observateur ou de membre associé. L'action de WENRA repose sur le partage d'expérience entre autorités de sûreté en vue d'harmoniser des règles de sûreté pour les réacteurs et les installations de gestion des déchets.

Dans le domaine de la radioprotection, HERCA, fondée en 2007, vise à regrouper, de manière informelle à l'instar de WENRA, les chefs d'autorité de radioprotection. Son objectif est de renforcer la coopération européenne en matière de radioprotection et l'harmonisation des pratiques nationales.

1.2 La coopération dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection hors de l'Europe

L'ASN a pour objectif que les bonnes pratiques et les réglementations de la sûreté nucléaire et de la radioprotection soient partagées au-delà de l'Europe.

Dans le cadre de l'AIEA, l'ASN participe ainsi activement aux travaux de la Commission sur les normes de sûreté (CSS, *Commission on Safety Standards*). Celle-ci élabore des [normes internationales](#) pour la sûreté des installations nucléaires, la gestion des déchets, les transports de substances radioactives et la radioprotection. Ces normes, non contraignantes juridiquement, constituent une référence internationale, y compris en Europe où elles sont réexaminées et complétées dans les travaux de WENRA. Elles forment

aussi le référentiel documentaire des [audits internationaux](#) pilotés par l'AIEA. Parmi ceux-ci figurent notamment les missions d'audit des autorités de sûreté (IRRS, *Integrated Regulatory Review Service*), les missions ARTEMIS d'audit des programmes nationaux de gestions des déchets radioactifs, du combustible usé et du démantèlement, ainsi que les missions d'audit des centrales nucléaires en exploitation (Osart, *Operational Safety Review Team*).

L'ASN contribue également activement au programme [MDEP](#) (*Multinational Design Evaluation Programme*), lancé en 2006 par l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire américaine (NRC, *Nuclear Regulatory Commission*). Ce programme, qui regroupe actuellement 16 autorités de sûreté, vise à partager l'expérience et les approches des autorités de sûreté nucléaire dans le domaine de l'évaluation réglementaire de nouveaux modèles de réacteurs, dans un but de progrès et d'harmonisation.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN suit l'avancement des travaux des différentes enceintes internationales comme ceux du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants ([UNSCEAR](#), *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*) ou ceux de la Commission internationale de protection radiologique ([CIPR](#)). L'ASN considère que ces organismes participent, à travers leurs publications, à une meilleure connaissance des expositions aux rayonnements ionisants, ainsi que des effets sanitaires. Ces organismes préconisent des recommandations contribuant à améliorer la protection des personnes exposées, qu'il s'agisse de patients dans le secteur médical ou de catégories spécifiques de travailleurs.

2. Les relations au sein de l'Europe

L'harmonisation européenne des principes et des normes en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection a toujours été une priorité pour l'ASN. Dans ce contexte, l'ASN participe activement aux échanges entre autorités nationales de sûreté et de radioprotection des États membres.

2.1 Le Traité Euratom

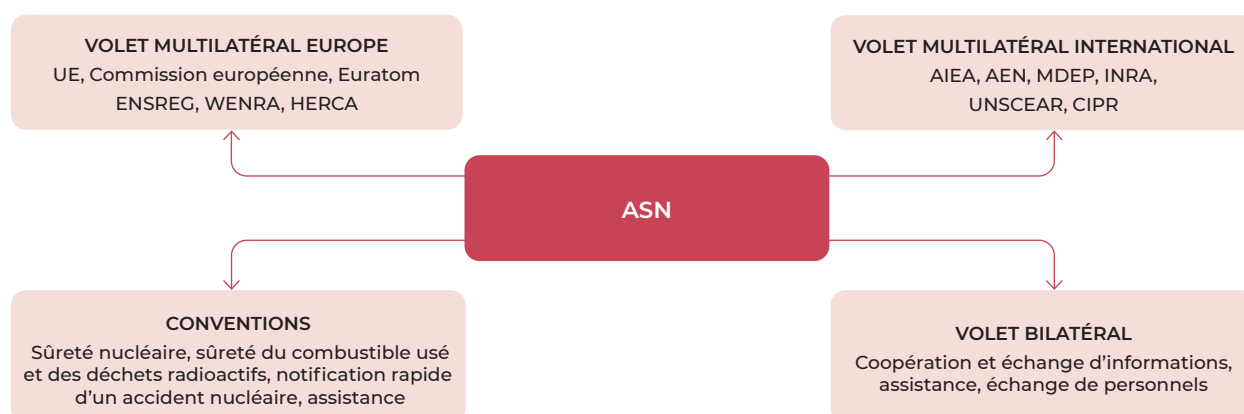
Signé le 25 mars 1957, le [Traité](#) instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) constitue le droit primaire du domaine et a permis le développement harmonisé d'un régime strict de contrôle pour la sûreté et la sécurité nucléaires et la radioprotection. La Cour de justice de l'Union européenne, considérant que l'on ne pouvait établir

de frontière artificielle entre la radioprotection et la sûreté nucléaire, [a reconnu le principe](#) de l'existence d'une compétence communautaire dans le domaine de la sûreté, comme dans celui de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé.

2.2 La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires

La [directive 2009/71/Euratom](#) du Conseil du 25 juin 2009 vise à établir un cadre communautaire permettant d'assurer la sûreté nucléaire au sein de la Communauté européenne de l'énergie atomique et à encourager les États membres à garantir un niveau élevé de sûreté nucléaire (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

L'action de l'ASN sur la scène internationale



Elle prévoit des pouvoirs et une autonomie accrues pour les autorités nationales de sûreté, fixe un objectif de sûreté ambitieux pour toute l'Union européenne (issu des référentiels de sûreté produits par WENRA) et établit un système européen d'examen par les pairs sur des thématiques de sûreté. Elle instaure également des réévaluations périodiques nationales de la sûreté ainsi que des dispositions en matière de préparation aux interventions en situation d'urgence. Elle renforce, en outre, les exigences de transparence et les dispositions concernant l'éducation et la formation.

L'ASN s'est attachée, lors des négociations, à faire prévaloir la position de la France en faveur de ces dispositions, qui renforcent notamment le cadre communautaire de contrôle de la sûreté des installations nucléaires. En revanche, la législation européenne n'inscrit pas encore juridiquement l'indépendance institutionnelle des autorités de sûreté.

Cette directive a été transposée très largement dans la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte ([loi TECV](#)) et l'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. La France a d'ailleurs notifié, avec l'aide de l'ASN, la transposition complète de la directive 2014 en août 2017, conformément aux délais fixés par la Commission.

2.3 La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs

Le 19 juillet 2011, le Conseil de l'Union européenne a adopté une directive établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ([directive 2011/70/Euratom](#)). L'adoption de cette directive contribue au renforcement de la sûreté au sein de l'Union européenne, en responsabilisant les États membres à l'égard de la gestion de leurs combustibles usés et de leurs déchets radioactifs.

Cette directive est juridiquement contraignante et couvre tous les aspects de la gestion du combustible usé et des [déchets radioactifs](#), depuis leur production jusqu'au stockage à long terme. Elle rappelle la responsabilité première des producteurs, et la responsabilité, en dernier ressort, de chaque État membre, d'assurer la gestion des déchets produits sur son territoire, en veillant à prendre les dispositions nécessaires pour garantir un niveau élevé de sûreté et pour protéger les travailleurs et le public des dangers des rayonnements ionisants.

Elle définit clairement les obligations relatives à la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs et impose à chaque État membre de se doter d'un cadre juridique relatif aux questions de sûreté, prévoyant l'instauration :

- d'une autorité de contrôle compétente et bénéficiant d'un statut qui garantisse son indépendance vis-à-vis des producteurs de déchets ;
- de procédures d'autorisation impliquant des demandes d'autorisation instruites sur la base de démonstrations de sûreté des exploitants.

La directive encadre l'élaboration des politiques nationales de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, que devra mettre en œuvre chaque État membre. Elle prescrit notamment que chaque État membre se dote d'un cadre législatif et réglementaire visant à mettre en place des programmes nationaux de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.

La directive contient également des dispositions sur la transparence et la participation du public, les ressources financières pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, la formation, ainsi que des obligations d'autoévaluation et d'examen régulier par les pairs. Ces aspects constituent des avancées

majeures pour renforcer le caractère sûr et responsable de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs dans l'Union européenne. La loi TECV et l'ordonnance du 10 février 2016 ont permis d'assurer la transposition des dispositions de la directive.

2.4 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection

La [directive 2013/59/Euratom](#) du 5 décembre 2013 sur les normes de base en radioprotection, dite directive « BSS » (*Basic Safety Standard*), est large : ses exigences s'appliquent à la justification, l'optimisation, la limitation des doses, le contrôle réglementaire, la préparation et la réponse aux situations d'urgence, la formation et d'autres domaines connexes (par exemple, le radon, les NORM – *Naturally Occurring Radioactive Materials* – et les matériaux de construction). L'association HERCA a émis de nombreuses positions relatives à ces exigences (consultables sur [herca.org](#)) afin d'aider les États membres dans la transposition de cette directive. Cependant, malgré des efforts certains de coordination en amont, les travaux de transposition, achevés en 2018 pour la France, n'ont pas abouti à une harmonisation totale des exigences nationales. HERCA va désormais orienter ses travaux sur la mise en œuvre de cette directive, dont certains sujets, tels que la justification, l'approche graduée du contrôle ou bien la préparation et la réponse aux situations d'urgence se révèlent techniquement complexes.

2.5 Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)

L'[ENSREG](#) soutient la Commission européenne dans ses initiatives en matière de législation européenne. Trois groupes de travail, consacrés respectivement à la sûreté des installations (WG1), à la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé (WG2) et à la transparence dans le domaine nucléaire (WG3), assurent le soutien de l'ENSREG.

L'ENSREG a organisé la première revue thématique par les pairs, prévue par la directive sûreté de 2014, relative à la maîtrise du vieillissement des réacteurs nucléaires de production d'électricité et de recherche d'une puissance égale ou supérieure à 1 mégawatt (MW). Chacun des 19 pays participants a tout d'abord rédigé un rapport national, ensuite examiné en 2018 par des experts nommés par les États membres. Cet examen a donné lieu à la rédaction d'un rapport sur les résultats génériques et d'un rapport sur les résultats spécifiques par pays. L'ensemble de ces rapports a été adopté en séance plénière d'ENSREG et publié sur le site de l'ENSREG fin 2018. Chaque participant a, sur cette base, réalisé un plan d'action national qui a été remis en septembre 2019, également disponible sur les sites de l'ENSREG. Le rapport national et le plan d'action national pour la France sont également disponibles sur le [site de l'ASN](#), en français et en anglais.

2.6 Les groupes de travail européens du Traité Euratom

Des experts de l'ASN participent également aux travaux des comités et groupes de travail du Traité Euratom :

- groupe d'experts de l'article 31 (normes de base en radioprotection) ;
- groupe d'experts de l'article 35 (vérification et suivi de la radioactivité dans l'environnement) ;
- groupe d'experts de l'article 36 (renseignements concernant le contrôle de la radioactivité dans l'environnement) ;
- groupe d'experts de l'article 37 (notifications relatives aux rejets d'effluents radioactifs).

Le directeur général de l'ASN, Olivier Gupta, élu président de l'association WENRA

Olivier Gupta, directeur général de l'ASN, a été élu par ses pairs européens président de l'association des responsables d'autorités de sûreté nucléaire d'Europe, WENRA. Impliqué dès le début des années 2000 dans les travaux de cette association, Olivier Gupta a présidé de 2007 à 2011 le groupe de travail de WENRA en charge de l'harmonisation de la sûreté des réacteurs, qui avait notamment élaboré le cahier des charges des stress-test post-Fukushima.

L'ASN a pour ambition, sous sa présidence, de renforcer le caractère unique à l'échelle internationale de WENRA, qui s'appuie notamment sur des discussions informelles et un engagement fort de chacun de ses membres pour harmoniser les exigences de sûreté.

Les enjeux associés au mandat de l'ASN seront de mettre en œuvre la nouvelle stratégie adoptée par WENRA et, en particulier :

- la poursuite du développement et de la mise à jour des « niveaux de référence », dans une vision élargie de la sûreté, prenant en compte notamment les interfaces entre sûreté et sécurité ;
- le développement, au-delà des « niveaux de référence », de nouveaux outils d'harmonisation des positions des autorités de sûreté sur des sujets à forts enjeux ;
- l'ouverture, avec un statut de membre associé, de WENRA aux grands pays nucléaires non européens (Canada, Japon) comme ce fut le cas avec la Russie lors de la dernière réunion plénière de WENRA de l'année.

2.7 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)

ECURIE (*European Community Urgent Radiological Information Exchange*) est l'un des systèmes d'action rapide, mis en place par la Commission européenne, qui dispose d'un réseau d'échange d'informations permettant de recevoir et de déclencher une alerte, et de faire ainsi circuler rapidement les informations au sein de l'Union européenne en cas d'urgence radioactive ou d'accident nucléaire majeur.

Ce système a été mis en place en 1987 par une [décision du Conseil de l'Union européenne du 14 décembre 1987](#) à la suite notamment de l'accident survenu à Tchernobyl en 1986. Cette décision est entrée en vigueur le 21 mars 1988 et a été ratifiée par l'ensemble des États membres de l'Union européenne ainsi que par certains pays tiers, tels que la Suisse et les pays candidats à l'adhésion comme la Turquie.

2.8 L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)

[WENRA](#) poursuit le développement d'une approche commune pour ce qui concerne la sûreté nucléaire et sa réglementation, en particulier au sein de l'Union européenne. WENRA comprend deux groupes de travail qui ont pour mission d'harmoniser les approches de sûreté dans les domaines :

- des réacteurs électronucléaires (Groupe de travail d'harmonisation sur les réacteurs ou RHWG, *Reactor Harmonisation Working Group*) ;
- des déchets radioactifs, du stockage du combustible usé et du démantèlement (Groupe de travail sur les déchets et le démantèlement ou WGWD, *Working Group Radioactive Waste and Decommissioning*).

Dans chacun de ces domaines, les groupes ont défini, par thème technique, des « niveaux de référence » reposant sur les normes les plus récentes de l'AIEA et sur les approches les plus exigeantes adoptées dans l'Union européenne.

En 2019, WENRA s'est réunie à deux reprises en réunion plénière : en avril à Budapest et en octobre à Bâle. Ces réunions ont donné lieu, notamment à :

- l'approbation des 10 objectifs stratégiques de WENRA, ainsi que de ses missions pour la période 2019-2023, définis en tenant compte des perspectives du paysage mondial en matière de nucléaire civil ;

- l'adoption d'un rapport concernant l'interface sécurité-sûreté nucléaires ;
- un examen des propositions de thèmes pouvant faire l'objet de la prochaine revue thématique par les pairs prévue en 2023 au titre de la directive européenne sur la sûreté des installations nucléaires ;
- l'approbation d'un rapport concernant l'élimination pratique des scénarios d'accidents graves appliquée lors de la conception des nouveaux réacteurs.

Par ailleurs, lors de sa dernière réunion plénière de l'année, [WENRA a élu Olivier Gupta](#), directeur général de l'ASN, comme nouveau président de l'association pour les trois prochaines années, en remplacement de Hans Wanner, directeur général d'ENSI, l'Autorité de sûreté nucléaire suisse.

2.9 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)

[HERCA](#) a été créée en 2007 à l'initiative de l'ASN afin d'organiser une concertation étroite entre elles et faire progresser l'harmonisation des réglementations sur la radioprotection. Elle regroupe désormais 58 autorités dont 32 proviennent de pays européens. Son secrétariat technique est assuré par l'ASN.

Six groupes d'experts travaillent actuellement sur les thèmes suivants :

- les pratiques et les sources dans les domaines industriel et de la recherche ;
- les applications médicales des rayonnements ionisants ;
- la préparation et la gestion des situations d'urgence ;



Réunion du Conseil d'HERCA à Rome - Octobre 2019

- les applications vétérinaires;
- les sources de rayonnements d'origine naturelle;
- l'éducation et la formation.

HERCA prépare un document de stratégie pour la période 2020-2025, avec comme axe principal le renforcement de la coopération entre les autorités compétentes en matière de radioprotection. Ceci nécessite en premier lieu une meilleure connaissance (commune) des différentes approches nationales afin d'être en mesure d'harmoniser les approches réglementaires. En particulier, HERCA s'impliquera en 2020 dans l'analyse des documents CIPR concernant les évolutions des normes de radioprotection afin d'identifier les domaines qui méritent une attention spécifique pour l'évolution de la réglementation.

2.10 Les programmes d'assistance de la Commission européenne au titre de l'ICSN

En 1991, la Commission européenne a lancé le volet « sûreté nucléaire » du [programme TACIS](#)⁽²⁾ pour répondre aux préoccupations soulevées par l'accident de Tchernobyl. De 1991 à 2006, plus de 1,3 milliard d'euros a été engagé dans des projets de sûreté nucléaire. Depuis 2007, les actions de l'Union européenne sur le plan de l'assistance et de la coopération en matière de sûreté nucléaire se sont poursuivies au titre de l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN).

Trois axes prioritaires d'assistance aux pays d'Europe de l'Est avaient été définis au titre de ces programmes dans le domaine de la sûreté nucléaire :

- contribuer à améliorer la sûreté de l'exploitation des réacteurs existants;
- soutenir financièrement les actions d'amélioration qui peuvent être apportées à court terme aux réacteurs les moins sûrs;

- améliorer l'organisation du contrôle de la sûreté, en distinguant les responsabilités des différents intervenants et en renforçant le rôle et les compétences des autorités de sûreté nucléaire nationales.

Le [règlement 237/2014/Euratom du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2013](#) a révisé, du fait des restrictions budgétaires au niveau européen, l'enveloppe budgétaire (225,3 millions d'euros) associé à l'instrument ICSN pour la période du 1^{er} janvier 2014 au 31 décembre 2020.

De plus, le [règlement 236/2014/UE du Parlement européen et du Conseil du 11 mars 2014](#) énonce des règles et des modalités communes pour la mise en œuvre des instruments de l'Union européenne pour le financement de l'action extérieure. Parmi les objectifs du nouvel ICSN, on notera la volonté de :

- soutenir la promotion et la mise en œuvre des normes les plus élevées en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection dans les installations nucléaires et pour les pratiques en radiologie des pays tiers;
- soutenir l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies responsables concernant le stockage ultime du combustible usé, la gestion des déchets, le déclassement des installations et l'assainissement d'anciens sites nucléaires.

Ces instruments sont complétés par d'autres programmes internationaux d'assistance technique qui répondent à des résolutions prises par le [G8](#) ou par l'AIEA pour améliorer la sûreté nucléaire dans les pays tiers et qui sont financés par les contributions d'États donateurs et de l'Union européenne.

L'assistance apportée concrètement par l'ASN à travers l'ICSN a essentiellement pris la forme d'une aide aux autorités de sûreté nucléaire. L'ASN a ainsi participé en 2019 à des projets d'assistance réglementaire au profit de la Chine, du Vietnam et de la Turquie.

3. Les relations multilatérales internationales

3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

L'[AIEA](#) est une organisation des Nations unies basée à Vienne. Elle regroupe 170 États membres. L'AIEA organise ses activités autour de deux grands axes : l'un concerne le contrôle des matières nucléaires et de la non-prolifération, l'autre porte sur toutes les activités liées aux utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Dans ce dernier domaine, deux départements de l'AIEA sont respectivement en charge du développement et de la promotion des applications de la radioactivité et en particulier de l'énergie nucléaire, d'une part, et de la sûreté et la sécurité des installations et activités nucléaires, d'autre part.

Dans la continuité du plan d'action approuvé par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA en septembre 2011 et visant à renforcer la sûreté à l'échelle mondiale en prenant en compte les enseignements tirés de l'accident de Fukushima, l'AIEA concentre ses travaux sur les domaines suivants :

- la **révision et la consolidation des normes de sûreté** décrivant les principes et pratiques de sûreté que la grande majorité des États membres utilisent comme base de leur réglementation nationale.

Cette activité est supervisée par la Commission sur les normes de sûreté de l'AIEA (CSS, *Commission on Safety Standards*), mise en place en 1996. La CSS est composée de 24 représentants au plus haut niveau des autorités de sûreté, nommés

pour quatre ans. La CSS coordonne le travail de cinq comités chargés d'élaborer des documents dans leur domaine respectif : NUSSC (*Nuclear Safety Standards Committee*) pour la sûreté des installations, RASSC (*Radiation Safety Standards Committee*) pour la radioprotection, TRANSSC (*Transport Safety Standards Committee*) pour la sûreté des transports de matières radioactives, WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et EPRESC (*Emergency Preparedness and Response Standards Committee*) pour la préparation et la coordination en cas de situation d'urgence radiologique. La France, représentée par l'ASN, est présente dans chacun de ces comités, qui se réunissent deux fois par an. Des représentants des divers organismes français concernés participent également aux groupes techniques qui rédigent ces documents. En 2019 se sont déroulées les 45^e et 46^e réunions de la CSS. Le mandat des représentants nationaux à la CSS arrivant à échéance fin 2019, de nouveaux membres seront nommés à partir de 2020 pour un mandat de quatre ans. Un comité dédié à la sécurité NSGC (*Nuclear Security Guidance Committee*) a été mis en place, ainsi qu'une interface destinée à améliorer l'analyse de l'interaction entre sûreté et sécurité. À plus long terme, une extension du champ de la CSS vers les sujets relatifs à la sécurité ayant un domaine de recouvrement avec la sûreté est envisagée afin de permettre une plus grande synergie entre ces domaines;

2. TACIS : Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States (*programme d'aide de l'Union européenne aux pays de l'ex-URSS*).

- **les missions de revues par les pairs** organisées sur demande des États membres de l'AIEA pour renforcer leur efficacité, telles que les missions IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) et Osart (*Operational Safety Review Team*) ayant comme référentiel les normes de sûreté de l'AIEA.

• Les missions IRRS

Les [missions IRRS](#) sont consacrées à l'analyse de tous les aspects du cadre régissant la sûreté nucléaire et l'activité d'une autorité de sûreté. L'ASN est favorable à la mise en œuvre de ces évaluations par les pairs à un rythme régulier et souhaite que leurs résultats aient un large écho. On notera que les pays membres de l'Union européenne sont déjà soumis, en application des dispositions de la directive 2009/71/Euratom modifiée en 2014, à des revues par les pairs périodiques et obligatoires de leur organisation générale en matière de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. La prise en compte effective des recommandations et des suggestions émises par l'équipe d'experts est examinée lors d'une mission de suivi organisée 24 mois après la mission.

En 2019, l'ASN a contribué à plusieurs missions IRRS, respectivement en Norvège, au Canada, en Allemagne et au Royaume-Uni.

• Les missions Osart

Les [missions Osart](#) sont réalisées par une équipe d'experts provenant d'exploitants de pays tiers qui, pendant deux à trois semaines, examinent l'organisation de la sûreté des centrales nucléaires en exploitation. La prise en compte effective des recommandations et des suggestions émises par l'équipe d'experts est examinée lors d'une mission de suivi organisée 18 mois après la mission.

En 2019, se sont tenues une mission à Civaux, deux missions de suivi à Bugey et Golfech, ainsi qu'une mission pré-Osart à Flamanville.

• Les formations régionales et les missions d'assistance

L'ASN répond à des sollicitations du secrétariat de l'AIEA, en particulier pour participer à des formations régionales en radioprotection et à des missions d'assistance. Les bénéficiaires sont généralement des pays de culture francophone.

Par ailleurs, toujours sous l'égide de l'AIEA, l'ASN est aussi investie dans le [RCF](#) (*Regulatory Cooperation Forum*). Ce forum, créé en 2010, vise à mettre en contact les autorités de sûreté de pays primo-accédant dans le domaine nucléaire avec les autorités de sûreté de grands pays nucléaires, afin d'identifier leurs besoins et de coordonner le soutien à apporter, en veillant à ce que les principes fondamentaux en matière de sûreté nucléaire (indépendance du régulateur, cadre légal et réglementaire adapté...) soient respectés. En 2019, outre l'examen attentif de la situation des autorités de sûreté du Bangladesh, de Biélorussie, du Ghana, du Maroc, de la Pologne et du Vietnam, le RCF a renforcé sa coopération avec l'Union européenne (ICSN) et avec des forums « régionaux » tels que ANNuR (*Arab Network of Nuclear Regulators* – pays arabes), FNRBA (*Forum of Nuclear Regulatory Bodies in Africa* – Afrique) et ANSN (*Asian Nuclear Safety Network* – Asie).

• L'harmonisation des outils de communication

L'ASN participe au comité consultatif INES, instance composée d'experts dans l'évaluation du caractère significatif des événements en radioprotection et sûreté nucléaire, chargé de conseiller l'AIEA et les représentants nationaux INES de pays membres sur l'utilisation de l'[échelle INES](#) (*International Nuclear and Radiological Event Scale*), et ses évolutions. Elle a été à ce titre fortement impliquée dans les travaux de révision du manuel de l'échelle INES récemment publié par l'AIEA, dont la dernière mise à jour datait d'une dizaine d'années. En plus de mises à jour prenant en compte l'avancée des connaissances scientifiques, cette révision inclut

aussi des lignes directrices pour la communication liée à l'utilisation de l'échelle, ainsi que pour son application lors d'une crise.

De manière générale, l'ASN s'investit fortement dans les différentes actions menées par l'AIEA en apportant un soutien significatif à certaines initiatives, notamment celles qui ont été développées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

• La gestion des situations d'urgence nucléaire et radiologique

L'ASN participe aux travaux de l'AIEA visant à améliorer la notification et l'échange d'informations en cas de [situation d'urgence radiologique](#).

À ce sujet, l'ASN participe aux exercices que l'AIEA prépare et organise régulièrement pour tester les dispositions opérationnelles de la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique appelés « exercices au titre des conventions » ou « [exercices ConvEx](#) ». Ces exercices, qui sont notamment conçus pour permettre à tous les participants – des États membres comme de l'AIEA – d'acquérir une expérience pratique et de comprendre les procédures de préparation et de conduite de ces interventions, sont de trois types :

- les exercices ConvEx-1, destinés en particulier à tester les lignes de communication d'urgence établies avec les points de contact dans les États membres ;
- les exercices ConvEx-2, conçus pour tester des éléments particuliers du cadre international de préparation et de conduite des interventions d'urgence ainsi que les dispositions et outils d'évaluation et les pronostics dans les situations d'urgence ;
- les exercices ConvEx-3 visant à évaluer les dispositions d'intervention d'urgence et les moyens d'action en place pour faire face à une situation d'urgence grave pendant plusieurs jours.

En 2019, l'ASN a participé à un exercice de type ConvEx-2.

En outre, l'ASN collabore à la définition de la stratégie, des besoins et des moyens d'assistance internationale et au développement du réseau de réponse aux demandes d'assistance, le [réseau RANET](#) (*Response Assistance Network*).

Par ailleurs, en complément des quatre comités historiques pour l'élaboration de ses normes de sûreté, l'AIEA a créé en 2015 un comité baptisé EPreSC⁽³⁾, relatif aux situations d'urgence. L'ASN représente la France lors des réunions de ce comité.

3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)

Créée en 1958, l'Agence pour l'énergie nucléaire ([AEN](#)) regroupe aujourd'hui 33 pays membres parmi les pays les plus industrialisés. Son principal objectif est d'aider les pays membres à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire.

Au sein de l'AEN, l'ASN est notamment impliquée dans les travaux du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA). Elle participe également au Comité de radioprotection et de santé publique (CRPPH), au Comité de gestion des déchets radioactifs (RWMC), au Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des situations historiques (CDLM) ainsi qu'à plusieurs groupes de travail du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI).

Les différents comités de l'AEN coordonnent des groupes de travail auxquels prennent part les experts des pays membres. Au sein du CNRA, l'ASN contribue aux groupes de travail portant sur les pratiques en matière d'inspection, sur l'expérience

3. EPreSC : Emergency Preparedness and Response Standards Committee – Comité des normes sur la préparation et l'intervention en cas d'urgence.

acquise au cours de l'exploitation, sur la réglementation des nouveaux réacteurs, sur la culture de sûreté, sur les codes et normes, ainsi que sur la communication publique des autorités de sûreté.

3.3 Le programme multinational d'évaluation des nouveaux modèles de réacteur (MDEP)

Le [MDEP](#) (*Multinational Design Evaluation Programme*) est une association d'autorités de sûreté créée en 2006 qui vise à partager l'expérience et les approches dans le domaine de l'évaluation réglementaire de nouveaux modèles de réacteurs, dans un but de progrès et d'harmonisation. Ce programme a pour objectif majeur de contribuer à une harmonisation des normes de sûreté et de leur mise en œuvre.

• Les membres du programme

Avec l'intégration de l'Argentine en 2017, le MDEP regroupe actuellement 16 autorités de sûreté nationales : AERB (Inde), ARN (Argentine), ASN (France), CCSN (Canada), FANR (Émirats arabes unis), HAEA (Hongrie), NNR (Afrique du Sud), NNSA (Chine), NRA (Japon), NRC (États-Unis), NSSC (Corée du Sud), ONR (Royaume-Uni), *Rostekhnadzor* (Fédération de Russie), SSM (Suède), STUK (Finlande), TAEK (Turquie).

• L'organisation

Définies par un comité stratégique, les orientations des travaux menés au sein du MDEP sont mises en œuvre par un comité de direction technique, présidé depuis 2014 par un directeur général adjoint de l'ASN. Les travaux sont réalisés au sein de groupes de travail dédiés aux principales conceptions de réacteurs nucléaires actuellement en construction dans le monde : l'EPR de Framatome, l'AP-1000 de l'américain Westinghouse, l'APR-1400 du coréen Kepco, le VVER russe et le HPR-1000 (Hualong) chinois. Un groupe de travail transverse porte sur l'inspection des fournisseurs de composants nucléaires (VICWG, *Vendor Inspection Cooperation Working Group*).

Chacun des groupes dédiés à un modèle de réacteur réunit les autorités de sûreté des pays réalisant ou envisageant la construction de réacteurs de ce type. Le groupe EPR auquel participe l'ASN réunit les autorités du Royaume-Uni, de la Finlande, de la Chine, de l'Inde et de la Suède.

• Les activités en 2019

En 2019, les échanges concernant les activités des autorités de sûreté dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service des réacteurs et les problèmes techniques rencontrés se sont poursuivis au sein du groupe EPR. Le groupe entre progressivement dans une phase de finalisation de ses travaux qui coïncide avec la fin du mandat du MDEP en 2022. Il est envisagé

de poursuivre la coopération internationale dans le domaine de l'exploitation des réacteurs EPR au sein d'un nouveau cadre qui reste à bâtir entre les autorités de sûreté concernées.

3.4 L'Association internationale des responsables d'autorités de sûreté nucléaire (INRA)

L'association [INRA](#) (*International Nuclear Regulators Association*) regroupe les autorités d'Allemagne, du Canada, de Corée du Sud, d'Espagne, des États-Unis, de France, du Japon, du Royaume-Uni et de Suède. Cette association permet des échanges réguliers et informels sur les actualités de ces différents pays et sur les prises de position relatives à des enjeux internationaux communs. Elle se réunit deux fois par an dans le pays qui en assure la présidence, chaque pays l'assurant pendant un an à tour de rôle (la France en 2015). [En 2019](#), outre des échanges sur l'état de la sûreté nucléaire, les travaux de cette association ont notamment permis de souligner l'enjeu majeur que représente l'anticipation de la formation des experts afin d'assurer un renouvellement des personnels des régulateurs.

3.5 Le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR)

Créé en 1955, le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants ([UNSCEAR](#)) procède à la synthèse de l'ensemble des données scientifiques sur les sources de rayonnements et les risques de ces rayonnements sur l'environnement et la santé. Cette activité est supervisée par la réunion annuelle des représentations nationales des États membres, composée d'experts internationaux.

3.6 La Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

Créée en 1928, la Commission internationale de protection radiologique ([CIPR](#)) est une organisation non gouvernementale dont l'objectif est d'apprécier l'état des connaissances sur les effets des rayonnements afin de s'assurer que celles-ci ne remettent pas en cause les règles de protection actuelles. La CIPR se fonde sur les résultats des recherches effectuées dans le monde et examine les travaux d'autres organisations internationales, notamment ceux de l'UNSCEAR. Elle émet des recommandations générales sur les règles de protection à adopter ainsi que sur les niveaux d'exposition à respecter. Elle a été reçue par l'ASN le 16 septembre 2019 dans le cadre de ses travaux de mise à jour des recommandations.

4. Les conventions internationales

L'ASN assure le rôle de point de contact national pour les deux conventions qui ont trait, d'une part, à la sûreté nucléaire (Convention sur la sûreté nucléaire), d'autre part, au combustible usé et aux déchets (Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs). De plus, l'ASN est l'autorité compétente pour les deux conventions dédiées à la gestion opérationnelle des conséquences d'éventuels accidents (la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique).

4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire

La [Convention sur la sûreté nucléaire](#) (CSN) a été l'un des résultats de discussions internationales engagées en 1992 dans le but de contribuer à maintenir un niveau élevé de sûreté nucléaire dans le monde.

Cette convention fixe un certain nombre d'objectifs en matière de sûreté nucléaire et définit des mesures visant à les atteindre. La France l'a signée le 20 septembre 1994, et l'a approuvée le 13 septembre 1995. La Convention sur la sûreté nucléaire est entrée en vigueur le 24 octobre 1996 et comptait, au 19 août 2019, 88 parties contractantes.

Les objectifs de la convention sont d'atteindre et maintenir un haut niveau de sûreté nucléaire dans le monde entier, d'établir et de maintenir, dans les installations nucléaires, des défenses efficaces contre les risques radiologiques potentiels et de prévenir les accidents pouvant avoir des conséquences radiologiques et de limiter leurs conséquences. Les domaines abordés par la convention font partie depuis longtemps de la démarche française de sûreté nucléaire.

En 2015, les parties contractantes à la convention, prenant acte des enseignements de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi, ont adopté la [déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire](#). Cette déclaration, qui reprend largement les principes de la directive européenne sur la sûreté des installations nucléaires, fixe des objectifs de sûreté nucléaire précis et ambitieux visant à prévenir de nouveaux accidents nucléaires dans le monde et à limiter les conséquences radiologiques en cas d'accident nucléaire.

La convention prévoit l'organisation triennale de réunions d'examen des parties contractantes destinées à développer la coopération et les échanges d'expérience.

En France, l'ASN assure le rôle d'autorité compétente pour la Convention sur la sûreté nucléaire. Elle coordonne la préparation des réunions d'examen en relation étroite avec les entités concernées. De plus, l'ASN consacre des moyens importants afin de participer aux réunions d'examen et être présente aux différentes présentations et discussions.

La 8^e réunion d'examen des parties contractantes de la convention se tiendra du 23 mars au 3 avril 2020 au siège de l'AIEA à Vienne.

Plusieurs mois avant la tenue de la réunion d'examen, chaque partie contractante soumet un rapport national décrivant les modalités de mise en œuvre des obligations de la convention. Le rapport français a été remis en août 2019 et est disponible sur les sites Internet de l'AIEA et de l'[ASN](#). En amont de la réunion d'examen de 2020, l'ASN s'est impliquée dans l'examen des rapports nationaux des pays contractants.

4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs

La [Convention commune](#) est l'analogue de la Convention sur la sûreté nucléaire pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs issus d'activités nucléaires civiles. La France l'a signée le 29 septembre 1997, et elle est entrée en vigueur le 18 juin 2001. Cette convention comptait 82 parties contractantes à la fin 2019.

L'élaboration du rapport national français relatif à la 7^e réunion d'examen, qui se tiendra en mai-juin 2021 au siège de l'AIEA à Vienne, a débuté en décembre 2019. Le rapport français sera rendu public le 27 octobre 2020 au plus tard, en versions française et anglaise, sur les sites Internet de l'AIEA et de l'ASN.

5. Les relations bilatérales

L'ASN collabore avec de nombreux pays dans le cadre d'accords bilatéraux, qui peuvent prendre la forme d'accords gouvernementaux (comme avec l'Allemagne, la Belgique, le Luxembourg et la Suisse) ou d'arrangements administratifs entre l'ASN et ses homologues (une vingtaine). L'ASN et ses homologues échangent sur des thèmes souvent liés à l'actualité nationale en matière de sûreté et de radioprotection (législation, thèmes de sûreté,

4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire

La [Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire](#) est entrée en vigueur le 27 octobre 1986, six mois après l'accident de Tchernobyl, et compte 124 parties contractantes au 31 décembre 2019.

Les parties contractantes s'engagent à informer, dans les délais les plus rapides, la communauté internationale de tout accident ayant entraîné une dispersion de substances radioactives incontrôlée dans l'environnement, susceptible d'affecter un État voisin. À cette fin, l'AIEA propose aux États membres un outil permettant la notification et l'assistance en cas d'urgence radiologique. L'ASN a contribué activement à l'élaboration de cet outil, [USIE](#) (*Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies*), présent au centre d'urgence de l'ASN et testé à chaque exercice.

La [directive interministérielle du 30 mai 2005](#) précise les modalités d'application en France de ce texte et confie à l'ASN la mission d'autorité nationale compétente. Il appartient ainsi à l'ASN de notifier les événements sans délai aux institutions internationales, de fournir rapidement les informations pertinentes sur la situation, en particulier aux pays frontaliers pour leur permettre de prendre les mesures nécessaires de protection des populations, et enfin de fournir aux ministres concernés une copie des notifications et des informations transmises ou reçues.

4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique

La [Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire](#) ou de situation d'urgence radiologique est entrée en vigueur le 26 février 1987 et compte 119 parties contractantes au 31 décembre 2019.

Son objectif est de faciliter les coopérations entre les pays dans le cas où l'un d'entre eux serait affecté par un accident ayant des conséquences radiologiques. Cette convention a déjà été mise en œuvre à plusieurs reprises à l'occasion d'accidents d'irradiation dus à des sources radioactives abandonnées. En particulier, la France a déjà pris en charge le traitement, par des services médicaux spécialisés, de victimes de tels accidents.

4.5 Autres conventions ayant un lien avec la sûreté nucléaire et la radioprotection

D'[autres conventions internationales](#), dont le champ d'application ne relève pas des missions de l'ASN, peuvent avoir un lien avec la sûreté nucléaire.

C'est en particulier le cas de la Convention sur la protection physique des matières nucléaires, qui a pour objet de renforcer la protection contre les actes de malveillance et les usages détournés des matières nucléaires. Cette convention est entrée en vigueur le 8 février 1987 et comptait, en 2019, 159 parties contractantes. Un amendement à cette convention entré en vigueur en 2016 a été ratifié par 121 d'entre elles.

incidents, approche des inspections...) et identifient les thématiques méritant un approfondissement au regard des enjeux de sûreté ou du contexte.

En outre, le maintien de relations bilatérales avec les pays frontaliers et les autres pays européens est l'une des priorités de l'ASN.

De nombreux thèmes ont nourri les relations bilatérales de l'ASN en 2019 dont notamment la construction de nouveaux réacteurs, la sûreté des réacteurs en exploitation et des installations du cycle, la gestion des situations de crise et les inspections croisées.

Par ailleurs, et de manière complémentaire à ses relations bilatérales, l'ASN a réuni, pour la première fois en 2019, les autorités de sûreté nucléaire et de radioprotection d'Allemagne, de Belgique, France, du Luxembourg et de Suisse dans le cadre d'un séminaire transfrontalier. Ce séminaire a permis d'échanger, dans un contexte élargi, sur plusieurs thèmes, abordés lors des différentes réunions bilatérales. Les thèmes retenus pour ce premier exercice ont été les inspections croisées, la consultation des parties prenantes, le maintien des compétences au sein des autorités et, enfin, la préparation aux situations d'urgence dans un contexte transfrontalier (voir encadré page précédente).

5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangères

Allemagne

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-allemande (DFK) implique plusieurs autorités nationales compétentes tant au niveau national que préfectoral. À l'échelle de l'ASN, elle implique à la fois les services centraux et la division de Strasbourg. En complément des réunions plénières de la commission, deux groupes de travail se réunissent régulièrement, l'un dédié à la sûreté des centrales nucléaires situées en zone frontalière, l'autre à la gestion des situations d'urgence.

Du 11 au 12 juin 2019, une réunion plénière de la commission franco-allemande s'est tenue à Lyon. Compte tenu du contexte, la commission a décidé de renforcer les échanges sur les thématiques relatives au démantèlement et aux déchets au sein du groupe de travail dédié aux centrales nucléaires.

En outre, deux inspections croisées ont été respectivement organisées le **25 novembre** à Philippsburg en Allemagne, sur le thème du démantèlement et le **12 décembre** en France à la centrale nucléaire de Fessenheim, sur le thème de l'environnement.

Belgique

L'ASN coopère sur l'ensemble des sujets de son domaine de compétence avec son homologue de l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN) belge. Cela se traduit par des actions de coopération tant au niveau national que local, avec certaines divisions de l'ASN. Le comité directeur franco-belge s'est réuni le **18 juin 2019** à Montrouge.

Plusieurs inspections croisées ont été organisées :

- la division de Lyon et l'AFCN ont réalisé une inspection sur le site d'Orano TN international de Villefranche-sur-Saône, portant sur des opérations de fabrication d'emballages de transport de substances radioactives destinés à être utilisés en Belgique ;
- l'AFCN et la division de Lille ont réalisé des inspections en Belgique sur les sources industrielles de rayonnement et sur la mise en service d'installations de radiothérapie et de médecine nucléaire, et en France sur la mise en service d'installations de médecine nucléaire ;
- la division de Châlons-en-Champagne et l'AFCN ont réalisé, le **24 septembre** à Nogent-sur-Seine, une inspection sur les rejets d'effluents et la surveillance des rejets dans l'environnement et, le **7 novembre**, une inspection sur la gestion des déchets liée au démantèlement de la centrale de Chooz A.

Canada

Les 1^{er} et 2 juillet 2019, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) et l'ASN se sont réunies au siège de l'ASN pour échanger sur leurs actualités nationales et réglementaires respectives (renforcement de la mise en œuvre d'une approche graduée, gestion post-accidentelle, soudures des tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur du réacteur EPR de Flamanville, projets de réacteurs modulaires au Canada, cohérence du cycle du combustible en France...). Les discussions ont mis en évidence des actions de coopération à développer, notamment en matière de formation et de qualification des inspecteurs.

Le 2 juillet, l'ASN a accompagné son homologue pour une visite technique des installations de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) sur le site du Laboratoire de Bure.

L'ASN organise son premier séminaire transfrontalier



Un séminaire régional transfrontalier réunissant les autorités de sûreté nucléaire et de radioprotection d'Allemagne, de Belgique, de France, du Luxembourg et de Suisse, s'est tenu les 28 et 29 novembre 2019 dans les locaux de l'ASN à Montrouge. L'ASN a été à l'initiative de ce séminaire après avoir constaté que plusieurs thèmes abordés lors des différentes réunions bilatérales, communs aux cinq pays, pouvaient utilement faire

l'objet d'un échange élargi et plus approfondi afin de partager expériences et bonnes pratiques.

Les cinq délégations ont échangé sur leur vision des enjeux, leurs expériences et pratiques en matière d'inspections croisées, de consultation des parties prenantes, de maintien des compétences au sein des autorités et, enfin, de préparation aux situations d'urgences dans un contexte transfrontalier.

Quatre ateliers successifs ont ainsi permis d'identifier des perspectives de collaboration entre les pays afin que chacun puisse tendre vers les meilleures pratiques, en les adaptant à son contexte national, et renforcer ainsi la cohérence des actions de façon complémentaire aux échanges bilatéraux.

Les participants ont reconnu la valeur d'un tel échange et l'intérêt d'un format « régional » propice à des partages d'expériences plus riches. Ils ont confirmé leur volonté d'approfondir les échanges et réaffirmé l'importance de maintenir un haut niveau de dialogue, à la fois bilatéral et multilatéral, en adaptant les formats selon les thèmes à aborder.

Par ailleurs, en marge de la Conférence générale de l'AIEA qui s'est tenue à Vienne, en Autriche, **du 16 au 20 septembre 2019**, Bernard Doroszczuk, président de l'ASN, a signé avec Rumina Velshi, son homologue de la CCSN, le protocole d'entente sur la coopération et l'échange d'informations entre les deux autorités, renouvelé pour une période de cinq ans.

Chine

En 2019, les échanges avec l'Autorité de sûreté chinoise [NNSA](#) (*National Nuclear Safety Administration*), autres que ceux couverts par l'instrument ICSN, se sont essentiellement déroulés dans le cadre de projets et de rencontres multilatéraux. Ils ont porté sur les essais de démarrage de l'EPR de Taishan et sur le contrôle de la fabrication des équipements.

Espagne

Le 24 octobre 2019, une réunion bilatérale a été organisée à Madrid entre l'ASN et son homologue espagnole, le Consejo de Seguridad Nuclear ([CSN](#)). Les échanges ont porté sur la maintenance des réacteurs électronucléaires, la gestion des déchets de haute activité et le traitement des événements en radioprotection. Cette coopération se poursuivra notamment avec la tenue d'inspections croisées destinées à comparer les modalités de contrôle des centrales nucléaires en exploitation ainsi qu'avec des échanges sur les activités du nucléaire de proximité et les enjeux liés à la gestion de déchets de haute activité.

États-Unis

Du 12 au 14 mars 2019, l'ASN a participé à la 31^e [conférence du régulateur américain](#) (*United States Nuclear Regulatory Commission – US NRC*) qui s'est tenue à Washington. Chaque année, cette conférence permet à la NRC de présenter aux acteurs américains et étrangers de l'industrie nucléaire les enjeux de la réglementation et du contrôle associés à ses activités.

Le 14 mars 2019, a été organisée, à Washington, la 10^e réunion bilatérale entre son homologue la NRC et l'ASN. Lors de cette réunion, les deux directeurs généraux, Margaret Doane et Olivier Gupta, ont échangé sur leurs actualités nationales et réglementaires respectives, notamment, les écarts affectant les soudures des tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur du réacteur EPR de Flamanville, les actions d'information et de participation du public en cours en France 2019, l'expérience de la NRC en matière de licensing des réacteurs modulaires ainsi que sur les nouvelles actions de coopération à développer (pratiques d'inspection, analyse de données et transformation digitale, tests de dépistage de drogues et d'alcool dans les installations nucléaires). Ils ont également signé le *Memorandum of Understanding* relatif au détachement d'un agent de la NRC à l'ASN en 2019.



Signature du protocole d'entente sur la coopération et l'échange d'informations entre l'ASN et la CCSN – Bernard Doroszczuk, président de l'ASN et Rumina Velshi, son homologue de la CCSN à l'AIEA – Septembre 2019



Délégation de l'ASN sur le site de stockage des combustibles usés à -450 m (Finlande) – Décembre 2019

En outre, en 2019, les échanges entre les deux autorités ont aussi concerné :

- la gestion des situations d'urgence avec, en mars, le déplacement d'un expert de l'ASN pour observer un exercice de crise au centre d'urgence de la NRC et, en octobre, la venue d'un expert de la NRC pour observer un exercice de crise au centre d'urgence de l'ASN ;
- les aspects « environnement » avec la participation de deux inspecteurs de la NRC, en juin, comme observateurs lors d'une inspection « environnement » de l'ASN sur le site de Flamanville.

L'ASN a aussi échangé avec l'*US Department of Energy* (US DoE) sur la conduite des projets de démantèlement et d'assainissement de certaines de ses installations nucléaires (site de Hanford notamment).

Finlande

Du 30 septembre au 2 octobre 2019, une réunion technique entre l'ASN et l'Autorité de sûreté finlandaise ([STUK](#)) a été organisée au siège de l'ASN, suivie d'une visite du chantier de l'EPR de Flamanville, ce qui a permis d'échanger sur l'avancement des projets EPR des deux pays. Les discussions ont porté essentiellement sur les sujets techniques d'actualité des chantiers.

En décembre 2019, une délégation de l'ASN s'est rendue à Helsinki pour une rencontre bilatérale avec STUK. Les deux autorités ont échangé sur leurs actualités nationales et réglementaires respectives ainsi que sur les enjeux des prochaines années. Cet échange a été suivi d'une visite de l'EPR d'Olkiluoto et du projet de stockage géologique d'Onkalo.

Japon

Les 3 et 4 septembre 2019, une délégation de la [NRA](#) (Autorité de sûreté japonaise) s'est rendue au siège de l'ASN afin d'échanger sur les actualités, notamment la distribution des comprimés d'iode et le démantèlement des réacteurs à neutrons rapides. Plusieurs visites de site (installation ITER en construction, laboratoire LECA-STAR du CEA Cadarache et réacteur Phénix en cours de démantèlement) ont été effectuées les jours suivants.

Du 21 au 25 octobre 2019, la division de Lyon a accueilli une délégation d'inspecteurs de la NRA sur les sujets post-Fukushima et du quatrième réexamen de sûreté, avec une visite des centrales EDF de Bugey et Tricastin, ainsi que des usines Orano Philippe Coste et Georges Besse 2.

En outre, l'ASN a reçu de nombreuses délégations japonaises à Paris ou bien en région dans le cadre d'échanges techniques ou universitaires.

Début septembre 2019, une réunion technique trilatérale des spécialistes japonais, britanniques et français des autorités de sûreté s'est tenue sur le thème du démantèlement des installations du cycle du combustible.

Luxembourg

La Commission mixte franco-luxembourgeoise de sécurité nucléaire a tenu sa 16^e réunion **le 4 avril 2019** à Luxembourg. Composée à la fois des autorités compétentes des niveaux national et préfectoral et des ministères des Affaires étrangères, la Commission a échangé sur les développements récents intervenus dans les deux pays dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, dont le bilan de l'année 2018 de la centrale nucléaire de Cattenom, la mise en œuvre de la loi TECV, les évolutions réglementaires et la transposition de la directive sur les normes de base (voir point 2.5), les réexamens des réacteurs du parc nucléaire français ou encore la préparation et la gestion des situations d'urgence.

Norvège

Le 4 avril 2019, l'ASN a présenté à l'Autorité de sûreté norvégienne (DSA) les aspects réglementaires français liés au démantèlement, ainsi que la doctrine française de démantèlement au plus tôt après l'arrêt des installations. L'ASN a ensuite accompagné l'Autorité pour la visite, sur le site de Saclay du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), de l'installation « Zone de gestion des déchets solides » (ZGDS) en phase de démantèlement et du réacteur Osiris, qui fait l'objet d'opérations de préparation au démantèlement à la suite de son arrêt définitif en 2015.

Ces visites ont permis à l'Autorité norvégienne d'appréhender, de façon concrète et pratique, certaines des problématiques associées aux différentes étapes du démantèlement : en particulier, la DSA a indiqué avoir été particulièrement intéressée par le développement des outils destinés à la reprise et au conditionnement des déchets.

Royaume-Uni

En **février 2019**, une délégation de l'ASN et de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) s'est rendue à Sellafield et y a rencontré des responsables du démantèlement de l'ONR ainsi que, pour la première, l'agence gouvernementale en charge du démantèlement des installations nucléaires (NDA, *Nuclear Decommissioning Authority*). Ces échanges se sont poursuivis en **juin** avec une visite des installations de retraitement de La Hague par l'ONR, qui a en outre participé à une inspection. Enfin, une délégation de l'ONR a pu participer à un exercice de la force d'action rapide nucléaire d'EDF sur la centrale du Blayais en **novembre**.

Russie

Dans le cadre de la coopération bilatérale avec l'Autorité de sûreté russe (*Rostekhnadzor*), un atelier sur la sûreté des installations du cycle s'est déroulé à Moscou **le 27 mai 2019**. La délégation de l'ASN a pu échanger avec les spécialistes russes de *Rostekhnadzor* et de son support technique, SEC-NRS, sur des sujets en lien avec le contrôle et l'autorisation des installations du cycle et du démantèlement. La réunion a été suivie, les jours suivants, par des visites d'installations sur les sites du « combinat minier et chimique » et de l'« usine électrochimique » situés en Sibérie, dans la région de Krasnoïarsk. Il s'agit du troisième atelier de ce type sur la thématique des installations du cycle depuis 2017. De nombreuses informations techniques sur les installations et les pratiques de contrôle russes ont été recueillies. De par la similitude des paysages nucléaires en France et en Russie, *Rostekhnadzor* demeure un partenaire important de l'ASN et les deux parties s'accordent sur l'importance de ce type de coopération.

Suède

La rencontre annuelle entre l'ASN et son homologue suédoise, la SSM, s'est tenue au siège de l'ASN **le 18 octobre 2019**. La délégation suédoise était dirigée par la nouvelle directrice générale de la SSM, Mme Nina Crommier, nommée en juin 2019. Les deux autorités ont échangé sur leurs actualités nationales et réglementaires respectives : gestion du démantèlement (dont arrêt définitif de réacteurs à eau sous pression), réexamen de sûreté au-delà de 40 ans, nouvelles règles de zonage et distribution d'iode autour des installations, stockage géologique profond des déchets nucléaires ultimes, réunions techniques et inspections croisées. Cette réunion a aussi permis des discussions approfondies sur les phénomènes physiques relatifs au colmatage des puisards des réacteurs nucléaires.

Enfin, l'accord entre l'ASN et la SSM signé en 2018 a été confirmé : sa feuille de route a été prolongée d'un an.

Suisse

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-suisse, qui implique plusieurs autorités nationales compétentes tant au niveau national que préfectoral, s'est réunie à la division de Strasbourg les **27 et 28 mai 2019**. À l'échelle de l'ASN, cette commission implique à la fois les services centraux ainsi que les divisions de Lyon et de Strasbourg de l'ASN.

Le 25 et 26 avril 2019 s'est tenue la réunion annuelle franco-suisse du groupe experts crise nucléaire (GECN) abordant les problématiques de préparation et de réponses à des situations d'urgence issues d'installations situées à proximité de la frontière franco-suisse.

Le 4 juin 2019 s'est tenue la réunion annuelle tripartite au CERN, organisation internationale dont les installations sont situées à la fois en France et en Suisse. Par ailleurs, dans le cadre de son accord de coopération avec l'Office fédéral de santé publique (OFSP) suisse, la division de Lyon a réalisé avec l'OFSP deux inspections conjointes du CERN l'une portant sur la sécurité incendie, l'autre sur l'optimisation radiologique des travaux pendant le deuxième long arrêt du complexe d'accélérateurs.

5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral

L'ASN répond à ces sollicitations dans le cadre d'actions bilatérales avec l'autorité de sûreté du pays concerné, en complément des instruments européens (ICSN) et internationaux (RCF). L'objectif de cette coopération est l'acquisition, par les pays bénéficiaires, de la culture de sûreté et de la transparence indispensables à un système national de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Le contrôle de la sûreté nucléaire doit reposer sur des compétences nationales et, de ce fait, l'ASN n'intervient qu'en soutien à l'établissement d'un cadre national adéquat et sans que l'autorité de sûreté qu'elle conseille ne se décharge de ses responsabilités de contrôle des installations nucléaires. Elle accorde une attention particulière aux pays se dotant de technologies dont elle a l'expérience en France.

L'ASN estime que le développement d'une infrastructure de sûreté adaptée nécessite un délai minimum d'une quinzaine d'années avant que puisse démarrer l'exploitation, dans de bonnes conditions, d'un réacteur nucléaire de production d'électricité.

Il s'agit en effet pour ces pays de mettre en place un cadre législatif et une autorité de sûreté indépendante et compétente, disposant des moyens financiers et humains pour accomplir leurs missions, et de développer des compétences en matière de sûreté, de culture de sûreté et de contrôle ainsi que de gestion des situations d'urgence radiologique. En 2019, l'ASN s'est investie dans trois projets ICSN, au bénéfice de la Chine, du Vietnam et de la Turquie.

Chine

En 2019, l'ASN a poursuivi sa mission auprès de l'autorité chinoise NNSA (*National Nuclear Safety Administration*) et son appui technique NSC (*Nuclear Safety Center*), en coordonnant le deuxième programme ICSN de coopération avec la Chine, démarré en février 2017, pour une durée de trois ans.

La réunion de clôture de ce projet a eu lieu à Pékin en **décembre 2019** et a permis à l'ASN de présenter à NNSA et NSC les principales recommandations de la mission en matière de gestion des déchets radioactifs, de démantèlement, de préparation aux situations d'urgence, de transport de substances radioactives, de retraitement du combustible, d'évaluation sismique et de développement des compétences en recherche et développement dans le domaine de la sûreté nucléaire.

Vietnam

En 2019, l'ASN a achevé sa mission d'assistance au Vietnam visant à développer les capacités de l'Autorité de sûreté nucléaire vietnamienne ([VARANS](#), *Vietnam Agency for Radiation and Nuclear Safety*) en matière de sûreté, de culture de sûreté et de contrôle. Ce projet d'assistance, d'une durée de trois ans, a démarré en mai 2016 et s'est terminé en mai 2019. La réunion finale de présentation des résultats a eu lieu à Hanoi le **4 avril 2019**.

L'ASN est également impliquée dans l'assistance au Vietnam dans le cadre du RCF.

Turquie

En 2019, l'ASN a continué à coordonner la gestion du premier programme d'assistance à la Turquie dans le cadre de l'ICSN, afin de développer les capacités de l'Autorité de sûreté nucléaire ([TAEK](#)) en matière d'évaluations probabilistes et déterministes de sûreté, d'inspections de la construction et de la fabrication des composants nucléaires et de management intégré de la sûreté. La durée de ce projet d'assistance, démarré en **janvier 2018**, est de trois ans.

5.3 Échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangers

La connaissance du fonctionnement et des pratiques des autorités de sûreté et de radioprotection étrangères permet de tirer des enseignements pertinents pour le fonctionnement de l'ASN et de compléter la formation des personnels. Un des moyens utilisés pour atteindre ce but est le développement des échanges de personnels, qui peuvent prendre différents formes :

- des actions de très courte durée (quelques jours) permettant aux homologues de l'ASN d'observer des inspections ou des exercices d'urgence nucléaire et radiologique, comme ce fut le cas, par exemple en 2019, avec l'Allemagne, la Belgique, le Royaume-Uni et la Suisse ;
- des missions de courte durée (deux semaines à six mois) afin d'étudier un thème technique précis ;
- des échanges de longue durée (de l'ordre de un à trois ans) permettant une immersion dans les activités et le fonctionnement de l'autorité de sûreté et d'approfondir les échanges sur des sujets d'intérêt commun. De tels échanges doivent, dans la mesure du possible, être réciproques. Depuis le 8 janvier 2018, un agent de l'ASN est ainsi mis à disposition de la Commission de réglementation nucléaire des États-Unis (US NRC) pour une durée de trois ans tandis que, depuis la mi-mai 2019, un agent de la NRC est en poste à la direction des déchets, des installations de recherche et du cycle de l'ASN, pour une durée d'un an. En outre, depuis le 1^{er} janvier 2019, un inspecteur expérimenté de l'ASN est détaché auprès de l'autorité de sûreté britannique (ONR).

06

6. Perspectives

L'année 2019 a été, au plan international, une année riche pour l'ASN. À travers des relations établies dans des cadres variés, l'ASN a pu avec ses homologues étrangers comparer ses pratiques, échanger sur des problématiques communes, confirmer de nouveaux sujets à enjeux et identifier de nouveaux domaines de coopération.

En 2020, elle poursuivra sa dynamique de relations bilatérales, tant avec les pays européens que les pays asiatiques (Japon, Chine, Corée du Sud) ou du continent nord-américain (États-Unis et Canada). Elle veillera dans ce contexte à identifier les sujets les plus pertinents à aborder dans tels échanges, tels que le démantèlement d'installations anciennes ou sur le point de ne plus être exploitées, ou les conditions de gestion des déchets radioactifs, sujets pour lesquels certains pays ont une expérience avérée.

Au plan européen, l'ASN, dont le directeur général assurera la présidence de WENRA, portera une attention toute particulière à la bonne mise en œuvre de la nouvelle stratégie de l'association dans le but, notamment, de renforcer l'harmonisation des pratiques et approches en matière de réglementation. L'ASN veillera également à la bonne coordination entre la Commission européenne, ENSREG et WENRA, en particulier au moment où va débiter la préparation de la prochaine revue périodique par les pairs demandée par la directive sur la sûreté nucléaire. En 2020, HERCA développera une réflexion stratégique pour consolider ses objectifs, afin de mieux répondre aux enjeux actuels de la radioprotection.

Enfin, au plan international, 2020 sera une année importante pour l'ASN avec, notamment, la 8^e réunion d'examen des parties contractantes à la Convention sur la sûreté nucléaire et la préparation de la 7^e réunion d'examen des parties contractantes à la Convention commune pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs prévue en 2021.

07.



LES UTILISATIONS MÉDICALES DES RAYONNEMENTS IONISANTS

1	Les activités nucléaires à finalité médicale	202	3	La curiethérapie	211	5	Les pratiques interventionnelles radioguidées	221
1.1	Les différentes catégories d'activité		3.1	La présentation des techniques		5.1	Présentation du parc et des équipements	
1.2	Les situations d'exposition en milieu médical		3.1.1	La curiethérapie à bas débit de dose (ou <i>Low Dose-Rate</i> , LDR)		5.2	Les règles techniques d'aménagement des locaux	
1.2.1	L'exposition des professionnels		3.1.2	La curiethérapie à débit de dose pulsé (ou <i>Pulsed Dose-Rate</i> , PDR)		5.3	L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées	
1.2.2	L'exposition des patients		3.1.3	La curiethérapie à haut débit de dose (ou <i>High Dose-Rate</i> , HDR)		5.3.1	La radioprotection des professionnels	
1.2.3	L'exposition de la population		3.2	Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie		5.3.2	La radioprotection des patients	
1.2.4	L'impact sur l'environnement		3.3	L'état de la radioprotection en curiethérapie		5.3.3	Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées	
1.2.5	Les événements significatifs de radioprotection		3.3.1	La radioprotection des professionnels				
1.2.6	Les enjeux et les priorités de contrôle		3.3.2	La radioprotection des patients				
1.3	La réglementation		3.3.3	La gestion des sources				
1.3.1	La réglementation générale		3.3.4	Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements				
1.3.2	Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques		3.3.5	Les événements déclarés en curiethérapie				
1.3.3	La radioprotection des patients					6	Le radiodiagnostic médical et dentaire	226
1.3.4	Le régime administratif					6.1	La présentation des équipements	
2	La radiothérapie externe	206	4	La médecine nucléaire	214	6.1.1	Le radiodiagnostic médical	
2.1	La présentation des techniques		4.1	La présentation des techniques de médecine nucléaire		6.1.2	Le radiodiagnostic dentaire	
2.1.1	La radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle		4.1.1	Le diagnostic <i>in vivo</i>		6.2	Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire	
2.1.2	La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité		4.1.2	Le diagnostic <i>in vitro</i>		6.3	L'état de la radioprotection : focus sur le scanner	
2.1.3	La radiothérapie en conditions stéréotaxiques		4.1.3	La radiothérapie interne vectorisée		6.4	L'état de la radioprotection en scanographie, en particulier lors de leur utilisation pour des patients admis dans les services d'urgences	
2.1.4	La radiothérapie réalisée à l'aide d'un accélérateur linéaire couplé à un système d'imagerie par résonance magnétique		4.1.4	La recherche impliquant la personne humaine en médecine nucléaire		6.5	Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire	
2.1.5	La radiothérapie de contact		4.2	Les règles d'aménagement des installations de médecine nucléaire				
2.1.6	La radiothérapie peropératoire		4.3	L'état de la radioprotection en médecine nucléaire		7	Les irradiateurs de produits sanguins	229
2.1.7	L'hadronthérapie		4.3.1	La radioprotection des professionnels de médecine nucléaire		7.1	Description	
2.2	Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe		4.3.2	La radioprotection des patients en médecine nucléaire		7.2	Les règles techniques applicables aux installations	
2.3	L'état de la radioprotection en radiothérapie externe		4.3.3	La protection de la population et de l'environnement				
2.3.1	La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe		4.3.4	Les événements déclarés en médecine nucléaire		8	Synthèse et perspectives	229
2.3.2	La radioprotection des patients en radiothérapie							
2.3.3	Les événements déclarés en radiothérapie externe							

Les utilisations médicales des rayonnements ionisants

Depuis plus d'un siècle, la médecine fait appel, tant pour le diagnostic que pour la thérapie, à des rayonnements ionisants produits par des générateurs électriques ou par des radionucléides en sources scellées ou non scellées. Leur intérêt et leur utilité ont été établis depuis longtemps, mais ces techniques

contribuent de façon significative à l'exposition de la population aux rayonnements ionisants. Elles représentent, en effet, la deuxième source d'exposition pour la population (après l'exposition aux rayonnements naturels) et la première source d'origine artificielle (voir chapitre 1).

7. Les activités nucléaires à finalité médicale

7.1 Les différentes catégories d'activité

Les activités nucléaires à finalité thérapeutique, notamment celles dédiées au traitement du cancer, comprennent la radiothérapie externe, la curiethérapie et la radiothérapie interne vectorisée⁽¹⁾.

Les activités nucléaires à finalité diagnostique regroupent la scintigraphie, la radiologie conventionnelle, la radiologie dentaire et la médecine nucléaire diagnostique.

Les pratiques interventionnelles utilisant les rayonnements ionisants (pratiques interventionnelles radioguidées) regroupent différentes techniques utilisées principalement pour des actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif et/ou thérapeutique.

Ces différentes activités, avec les techniques utilisées, sont présentées aux points 2 à 7.

7.2 Les situations d'exposition en milieu médical

7.2.1 L'exposition des professionnels

Les risques liés à l'utilisation des [rayonnements ionisants](#), pour les professionnels du milieu médical, sont d'abord des risques d'exposition externe, générés par les dispositifs médicaux (appareils contenant des sources radioactives, générateurs de rayons X ou accélérateurs de particules) ou par des sources scellées ou non scellées (notamment après administration de médicaments radiopharmaceutiques – MRP⁽²⁾). En cas d'utilisation de sources non scellées, le risque de contamination interne doit également être pris en compte dans l'évaluation des risques (en médecine nucléaire et en laboratoire de biologie).

Selon les données collectées en 2018 par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), 221 875 personnes travaillant dans les domaines des activités médicales et vétérinaires ont fait l'objet d'une surveillance dosimétrique de leur exposition. La dose moyenne annuelle est de 0,3 mSv (millisievert). Cette dose est stable par rapport à 2017. Les activités de radiologie (radio-diagnostic et radiologie interventionnelle) regroupent l'effectif le plus important (40 %) des personnels médicaux exposés et la plus faible dose moyenne annuelle avec 0,2 mSv. La médecine nucléaire représente 3 % des effectifs, mais la dose moyenne annuelle corps entier de ces professionnels est de 0,8 mSv. 15 922 personnels (7 %) ont bénéficié d'une dosimétrie des extrémités. La dose moyenne aux extrémités est de 6,22 mSv, stable par rapport à 2017.

7.2.2 L'exposition des patients

La situation d'exposition du patient diffère selon que l'on considère les applications médicales à visée diagnostique ou thérapeutique. Dans le premier cas, il est nécessaire d'optimiser l'exposition aux rayonnements ionisants pour délivrer la dose minimale afin d'obtenir une information diagnostique pertinente ou pour réaliser l'acte interventionnel prévu ; dans le second cas, il faut délivrer la dose la plus forte possible, nécessaire pour obtenir la destruction des cellules tumorales ciblées, tout en préservant au mieux les tissus sains voisins.

Cependant, dans tous les cas, la maîtrise des doses délivrées lors des examens d'imagerie et des traitements est un impératif qui repose notamment sur les compétences des professionnels en radioprotection des patients, mais aussi sur les procédures d'optimisation et le maintien des performances des équipements.

En [imagerie médicale](#), la maîtrise des doses demeure une priorité pour l'ASN qui, à la suite d'un premier plan engagé en 2011, a publié le [24 juillet 2018 un nouvel avis](#), assorti d'un [second plan](#), afin de poursuivre la promotion d'une culture de radioprotection auprès des professionnels (voir chapitre 1).

7.2.3 L'exposition de la population

Hors situation incidentelle, l'impact potentiel des applications médicales des rayonnements ionisants est susceptible de concerner :

- les personnes du public, à proximité des installations qui émettent des rayonnements ionisants mais ne bénéficiant pas des protections requises ;
- les personnes proches de patients ayant bénéficié d'un traitement ou d'un examen de médecine nucléaire, faisant notamment appel à des radionucléides tels que l'iode-131, ou d'une curiethérapie par l'iode-125 ;
- les catégories professionnelles spécifiques susceptibles d'être exposées à des effluents ou déchets produits par des services de médecine nucléaire.

Les données disponibles sur l'impact de ces rejets sur la population (personnes extérieures à l'établissement de santé) conduisent à des doses estimées de quelques dizaines de microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment les personnels travaillant dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration (études IRSN, 2005 et 2014).

1. La radiothérapie interne vectorisée vise à administrer un médicament radiopharmaceutique (MRP) dont les rayonnements ionisants délivrent une dose importante à un organe cible dans un but curatif ou palliatif.

2. Un MRP est un médicament contenant un ou plusieurs radionucléides. Les MRP peuvent être utilisés à des fins diagnostiques (scintigraphie) ou thérapeutiques (radiothérapie interne vectorisée).

1.2.4 L'impact sur l'environnement

Les informations disponibles, qui portent sur la [surveillance radiologique de l'environnement](#) assurée par l'IRSN, en particulier la mesure du rayonnement gamma ambiant, ne mettent globalement pas en évidence de niveau significatif d'exposition au-delà des variations du bruit de fond de la radioactivité naturelle. Toutefois, la mesure de la radioactivité de l'eau des grands fleuves ou des stations d'épuration des grandes agglomérations fait ponctuellement apparaître la présence, au-dessus des seuils de mesure, de radionucléides utilisés en médecine nucléaire (par exemple : iode-131).

En revanche, aucune présence de ces radionucléides n'a été mesurée dans les eaux destinées à la consommation humaine (voir chapitre 1).

1.2.5 Les événements significatifs de radioprotection

Les événements significatifs de radioprotection (ESR) sont déclarés à l'ASN depuis 2007. Ces déclarations permettent un retour d'expérience de plus en plus riche vers les professionnels participant à l'amélioration de la radioprotection dans le domaine médical. En 2019, l'ASN a publié deux bulletins [La sécurité du patient](#) intitulés « Le retour d'expérience à l'étranger » et « Bien utiliser les fonctionnalités d'un scanner », ainsi qu'une fiche de retour d'expérience « [Cartographie des fonctionnalités sensibles et des alarmes des scanners](#) ». Ces deux derniers documents ont été élaborés à la suite de la survenue d'un incident d'exposition lors d'un examen de scanographie en 2018 et ont été largement diffusés en France et en Europe. Par ailleurs, les [avis d'incidents](#) sont publiés sur [asn.fr](#).

Depuis juillet 2015, les services de radiothérapie peuvent [télédéclarer](#) les ESR. Ce portail s'inscrit dans le cadre du portail unique des vigilances créé par le ministère de la Santé. Il a été étendu à l'ensemble du domaine médical en avril 2017.

En 2019, le nombre d'ESR déclarés à l'ASN dans le domaine médical est de 617 (graphique 1), chiffre supérieur à 500 depuis 2012 excepté pour l'année 2016. Cette stabilité globale du nombre total de déclarations par rapport à 2018 concerne toutes les activités. La baisse des déclarations en radiothérapie s'est stabilisée et le nombre de déclarations est équivalent à celui déclaré en 2018.

Les graphiques 2, 3 et 4 permettent d'illustrer, par catégorie d'activité, la répartition du nombre des ESR en 2019 et leur évolution depuis 2010, ainsi que la répartition des événements par domaine d'exposition (impact sur l'environnement, exposition de la population, exposition des patients, exposition des professionnels), et par catégorie d'activité concernée.

Les événements déclarés proviennent principalement des services de scanographie (30 %), de radiothérapie (24 %) et de médecine nucléaire (24 %).

Par ailleurs, ils concernent principalement l'exposition de patients (59 %) et l'exposition de fœtus de femmes enceintes ignorant leur état de grossesse (31 %), comme en 2018.

Au vu des événements déclarés à l'ASN en 2019, les constats les plus significatifs du point de vue de la radioprotection sont :

- pour les professionnels : les pratiques interventionnelles radioguidées (exposition externe des opérateurs, en particulier au niveau des mains) avec des dépassements de limites de dose et la médecine nucléaire (contamination de travailleurs, exposition externe) ;
- pour les patients :
 - les pratiques interventionnelles radioguidées, avec des effets déterministes observés chez certains patients ayant bénéficié d'actes longs et complexes ;
 - la radiothérapie avec des surdosages liés, notamment, à des erreurs de cibles, erreurs de latéralité ;
 - la médecine nucléaire, avec des erreurs d'administration de médicaments radiopharmaceutiques ;
- pour le public et l'environnement : la médecine nucléaire, avec des pertes de sources, des fuites au niveau de canalisations ou de dispositifs de confinement des effluents radioactifs.

Des informations détaillées par catégorie d'activité sont fournies dans les points 2 à 6.

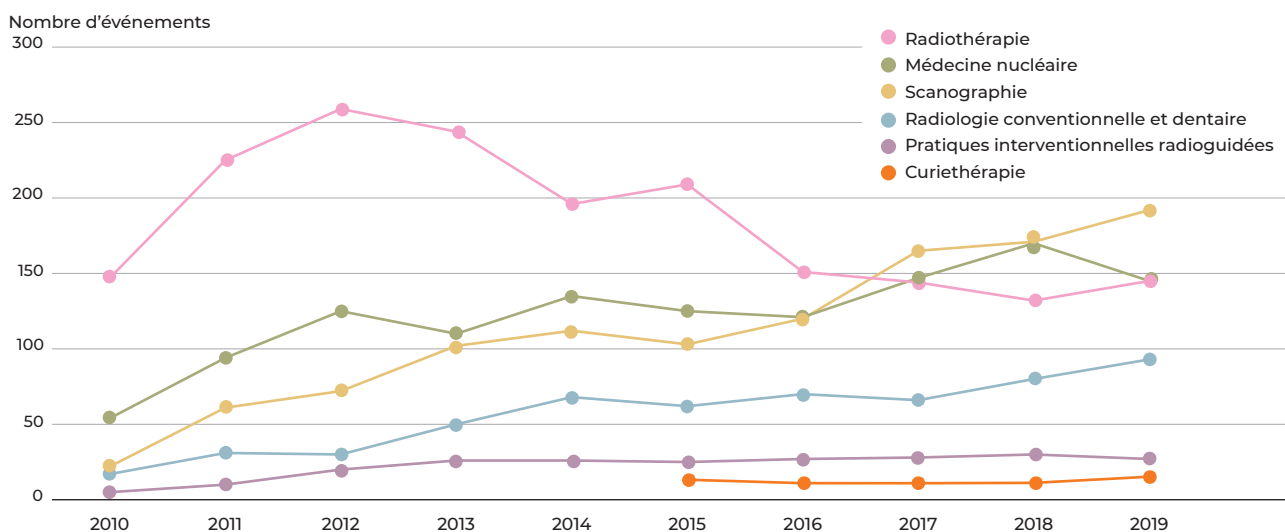
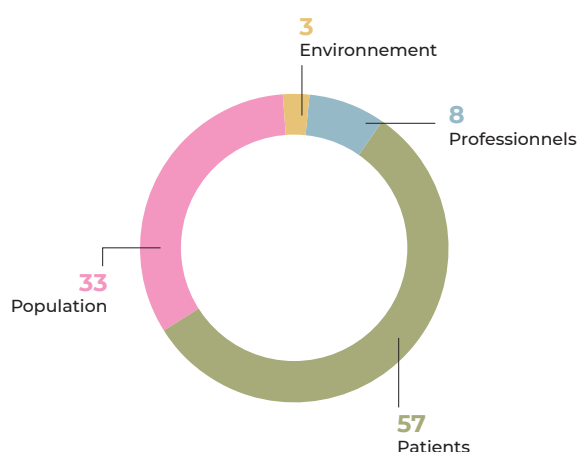
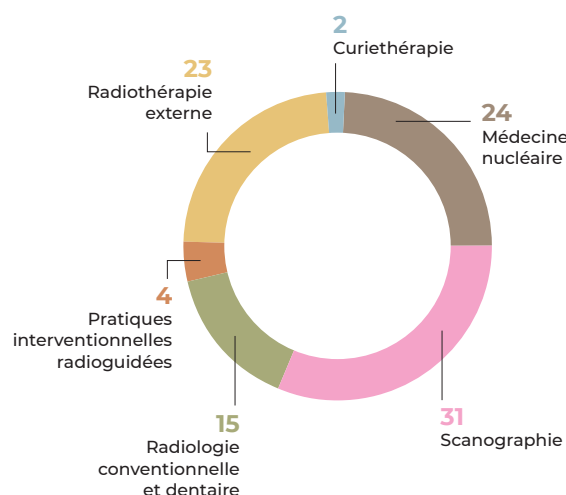
1.2.6 Les enjeux et les priorités de contrôle

Afin d'établir ses priorités en matière de contrôle, l'ASN a procédé à une classification des activités nucléaires en fonction des enjeux pour les patients, le personnel, la population et l'environnement. Cette classification tient compte plus particulièrement des doses délivrées ou administrées aux patients, des conditions d'utilisation des sources de rayonnements ionisants par les professionnels, d'un impact possible sur l'environnement,

GRAPHIQUE 1

Évolution du nombre de déclarations annuelles d'ESR de 2010 à 2019



GRAPHIQUE 2**Nombre d'ESR par catégorie d'activité au cours de la période 2010-2019****GRAPHIQUE 3****Répartition (%) des ESR par domaine d'exposition en 2019****GRAPHIQUE 4****Répartition (%) des ESR par catégorie d'activité concernée en 2019**

des événements significatifs déclarés à l'ASN et de l'état de la radioprotection dans les établissements où ces activités sont exercées.

Sur la base de cette classification, l'ASN considère que les priorités de son contrôle doivent porter sur la radiothérapie externe, la curiethérapie, la médecine nucléaire et les pratiques interventionnelles radioguidées.

À partir de 2018, l'ASN a mis en œuvre une nouvelle stratégie d'inspection dans le domaine médical, fondée sur des vérifications systématiques de dispositions réglementaires concernant la radioprotection des travailleurs, des patients et du public. Ces vérifications portent sur un nombre limité de points de contrôle, assortis d'indicateurs permettant de réaliser des évaluations aux niveaux régional et national. Cette démarche est complétée

d'investigations plus approfondies portant sur des thèmes spécifiques définis dans un cadre annuel ou pluriannuel.

L'état de la radioprotection en milieu médical a été évalué essentiellement sur la base des indicateurs associés aux points de contrôle.

1.3 La réglementation**1.3.1 La réglementation générale**

La protection des personnels qui interviennent dans les installations où sont utilisés des rayonnements ionisants à des fins médicales est encadrée par les dispositions du code du travail ([articles R. 4451-1 à R. 4451-135 du code du travail](#)).

TABLEAU 1

Activités nucléaires à finalité médicale : les principaux enjeux

ACTIVITÉS	PATIENTS	PROFESSIONNELS	POPULATION ET ENVIRONNEMENT
Radiothérapie externe	3	1	1
Curiethérapie	2	2	2
Radiothérapie interne vectorisée	3	2	3
Pratiques interventionnelles radioguidées	2 à 3 selon les actes	2 à 3 selon les actes	1
Médecine nucléaire diagnostique	1 à 2 selon les actes	2 à 3 selon les actes	2
Scanographie	2	1	1
Actes radioguidés sur table télécommandée en service de radiologie	1	1	1
Radiologie conventionnelle	1	1	1
Radiologie dentaire	1	1	1

1: pas d'enjeu ou enjeu faible – 2: enjeu modéré – 3: enjeu fort

Afin d'assurer la protection du public et des travailleurs, les installations où sont utilisés les dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants doivent, de plus, satisfaire aux règles techniques définies dans les [décisions de l'ASN](#) (voir points 4 à 7).

1.3.2 Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques

Les dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants (appareils électriques et accélérateurs de particules), utilisés dans le cadre d'une activité nucléaire à finalité médicale, doivent satisfaire aux exigences essentielles définies dans le code de la santé publique ([articles R. 5211-12 à R. 5211-24](#)). Le marquage CE, qui atteste de la conformité à ces exigences essentielles, est obligatoire. À la suite d'évolutions technologiques, l'[arrêté du 15 mars 2010](#) fixant les exigences essentielles applicables aux dispositifs médicaux a été modifié, pour renforcer les dispositions concernant l'affichage de la dose en imagerie.

Les médicaments radiopharmaceutiques (MRP) utilisés en médecine nucléaire bénéficient d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) délivrée par l'Agence nationale de sécurité du médicament ([ANSM](#)) ou par l'Agence européenne des médicaments ([EMA](#)). Dans l'attente de l'obtention d'une AMM, ils peuvent bénéficier d'une autorisation temporaire d'utilisation (ATU), nominative ou de cohorte.

Le suivi des sources (sources radioactives dont les MRP, dispositifs électriques émetteurs de rayonnements ionisants, accélérateurs de particules) est soumis aux règles spécifiques figurant dans le code de la santé publique ([articles R. 1333-152 à R. 1333-164](#)).

1.3.3 La radioprotection des patients

La justification et l'optimisation – La protection des patients bénéficiant d'examen d'imagerie médicale ou d'actes thérapeutiques utilisant les rayonnements ionisants est encadrée par des dispositions spécifiques du code de la santé publique ([articles R. 1333-45 à R.1333-80](#)). Le principe de justification des actes et le principe d'optimisation des doses délivrées constituent le socle de cette réglementation. Cependant, contrairement aux autres applications des rayonnements ionisants, le principe de limitation de la dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter, pour chaque patient, la dose délivrée à l'objectif thérapeutique recherché ou d'obtenir une image de qualité satisfaisante pour permettre le diagnostic.

Le [Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale](#), élaboré par la Société française de radiologie ([SFR](#)) et la Société française de médecine nucléaire et imagerie moléculaire ([SFMN](#)), apporte une aide au médecin pour choisir le meilleur examen en fonction de la symptomatologie, des diagnostics évoqués et de l'anamnèse du patient. Il prend en compte les preuves de la performance diagnostique de l'examen dans chacune des situations (analyse des publications internationales), le caractère irradiant ou non de l'examen, ainsi que les doses correspondantes. Aucune technique n'est universelle; celle qui est performante pour un organe ou une fonction de cet organe le sera moins pour un autre, et inversement.

Par décision soumise à homologation par arrêté ministériel, l'ASN a entrepris dès 2017 de mettre à jour, voire de compléter, le cadre réglementaire par des dispositions spécifiques en matière d'optimisation, d'assurance de la qualité, de formation et de qualification.

1.3.4 Le régime administratif

Le [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions relatives en matière nucléaire a apporté les précisions nécessaires à la mise en œuvre du nouveau régime de procédures applicable au nucléaire de proximité, en application de l'[article L. 1333-7 du code de la santé publique](#): un troisième régime dit « d'enregistrement » (c'est un régime d'autorisation « simplifiée ») pourra être mis en place, en plus des régimes de déclaration et d'autorisation existant pour certaines activités.

Compte tenu des enjeux (tableau 1), l'ASN a retenu les évolutions suivantes :

- la liste existante des activités médicales soumises à déclaration a été reconduite par la [décision n° 2018-DC-0649 de l'ASN du 18 octobre 2018](#)⁽³⁾; la radiologie conventionnelle et la radiologie dentaire continuent à bénéficier du régime de déclaration;
- la préparation des modalités d'application du nouveau régime d'enregistrement dans le domaine médical a bien avancé en 2019. Il devrait être appliqué à la scanographie et aux pratiques interventionnelles radioguidées à enjeux en ce qui concerne la radioprotection (en attendant, ces dernières restent soumises à une simple déclaration);
- le régime d'autorisation sera maintenu pour la radiothérapie externe, la curiethérapie et la médecine nucléaire, diagnostique et thérapeutique.

3. Décision n° 2018-DC-0649 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 octobre 2018 définissant, en application du 2° de l'article R. 1333-109 et de l'article R. 1333-110 du code de la santé publique, la liste des activités nucléaires soumises au régime de déclaration et les informations qui doivent être mentionnées dans ces déclarations.

TABLEAU 2

Travaux réglementaires en cours dans le domaine de la radioprotection des patients

	TEXTE EXISTANT	TRAVAUX EN COURS
Assurance de la qualité en radiothérapie	Décision n° 2008-DC-0103 du 1^{er} juillet 2008	Mise à jour prévue en 2020
Assurance de la qualité en imagerie médicale	Décision du 15 janvier 2019 homologuée par arrêté du 8 février 2019	
Niveaux de référence diagnostique	Décision du 18 avril 2019 homologuée le 23 mai 2019	
Formation continue des professionnels à la protection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales	Décision n° 2017-DC-0585 du 14 mars 2017 modifiée par la décision du 11 juin 2019 homologuée le 27 septembre 2019	
Qualifications des médecins intervenant lors de l'exercice d'activités nucléaires à finalité médicale	Décision n° 2011-DC-0238 du 23 août 2011	Mise à jour prévue en 2020

2. La radiothérapie externe

2.1 La présentation des techniques

La [radiothérapie](#) est, avec la chirurgie et la chimiothérapie, l'une des techniques majeures employées pour le traitement des tumeurs cancéreuses. Environ [200 000 patients](#)⁽⁴⁾ sont traités chaque année, ce qui représente près de 4,2 millions de séances d'irradiation. La radiothérapie met en œuvre les rayonnements ionisants pour la destruction des cellules malignes (et, dans un nombre de cas limité, non malignes). Les rayonnements ionisants nécessaires pour la réalisation des traitements sont produits par un générateur électrique ou émis par des radionucléides sous forme de sources scellées. On distingue la radiothérapie externe, où la source de rayonnement produite par un accélérateur de particules ou des sources radioactives (Gamma Knife®, par exemple) est extérieure au patient, de la [curiethérapie](#), où la source est positionnée au plus près de la lésion cancéreuse.

Selon les informations recueillies auprès de l'Observatoire national de la radiothérapie (INCa, 2018), le parc des installations de radiothérapie externe comporte 530 accélérateurs de particules, répartis dans 174 centres de radiothérapie soumis à une autorisation de l'ASN. En 2019, l'ASN a délivré 95 autorisations. Pour la plupart, il s'agissait de la mise à jour de l'autorisation existante.

Cet observatoire a recensé 818 radiothérapeutes en 2018.

Les séances d'irradiation sont toujours précédées par l'élaboration du plan de traitement dans lequel sont définis précisément, pour chaque patient, outre la dose à délivrer, le(s) volume(s) cible(s) à traiter, les volumes à risque à protéger, la balistique des faisceaux d'irradiation et la répartition prévisionnelle des doses (dosimétrie). L'élaboration de ce plan, qui a pour but de fixer les conditions permettant d'atteindre une dose élevée dans le volume cible tout en préservant les tissus sains environnants, nécessite une coopération étroite entre l'oncologue-radiothérapeute, le physicien médical, mais aussi, le cas échéant, les dosimétristes.

L'irradiation est effectuée, dans la très grande majorité des traitements, à l'aide d'accélérateurs linéaires de particules avec un bras isocentrique, émettant des faisceaux de photons produits sous une tension variant de 4 à 25 MV (mégavolts), ou d'électrons d'énergie comprise entre 4 et 25 MeV (mégaélectronvolts), et délivrant des débits de dose pouvant varier de 2 à 6 Gy/min (grays par minute). À noter que certains accélérateurs linéaires de dernière génération peuvent délivrer des débits de dose beaucoup plus élevés, allant jusqu'à 25 Gy/min (pour les faisceaux de photons).

2.1.1 La radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle

Cette technique utilise des images tridimensionnelles des volumes cibles et des organes avoisinants obtenues à l'aide d'un scanner, parfois en association avec d'autres examens d'imagerie (IRM, TEP...). Au cours d'une radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle, la forme de chaque faisceau est fixe, et la dose délivrée par chaque faisceau est homogène à l'intérieur du champ de traitement délimité par le collimateur multilame.

Dans son guide de recommandations pour la pratique de la radiothérapie externe et de la curiethérapie (Recorad) paru en septembre 2016, la Société française de radiothérapie oncologique ([SFRO](#)) considère que cette technique d'irradiation est utilisée comme technique de base par tous les centres français pour l'ensemble des patients traités à visée curative. Toutefois, on note depuis plusieurs années que la proportion de traitements réalisés avec cette technique diminue au profit de la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité.

2.1.2 La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité

La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI ou IMRT – *Intensity-modulated radiotherapy*) est une technique qui a vu le jour en France au début des années 2000. Contrairement à la radiothérapie conformationnelle 3D, les lames du collimateur se déplacent pendant l'irradiation, ce qui permet de moduler l'intensité des faisceaux en cours d'irradiation, et donc la dose délivrée, pour une meilleure adaptation à des volumes complexes et une meilleure protection des organes à risque voisins.

• L'arcthérapie volumétrique modulée

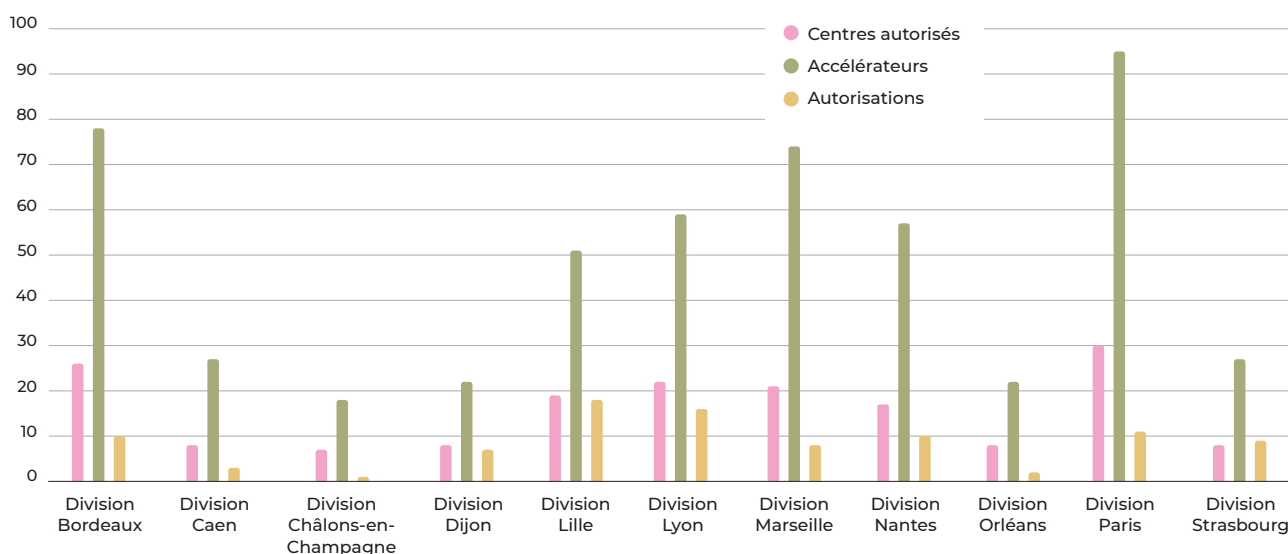
Dans le prolongement de la RCMI, l'arcthérapie volumétrique modulée est désormais de plus en plus fréquemment mise en œuvre en France. Cette technique consiste à réaliser l'irradiation d'un volume cible par une irradiation continue en rotation autour du patient. Au cours de l'irradiation, plusieurs paramètres peuvent varier, dont la forme de l'ouverture du collimateur multilame, le débit de dose, la vitesse de rotation du bras ou l'orientation du collimateur multilame.

Cette technique, désignée sous différents termes (VMAT® – *Volumetric Modulated Arc Therapy*, RapidArc®) selon le constructeur concerné, est réalisée à l'aide d'accélérateurs linéaires conventionnels isocentriques qui disposent de cette option technologique.

4. En 2018, 201 352 personnes atteintes de cancer ont été traitées par radiothérapie pour 4 249 055 séances (source : Observatoire INCa).

GRAPHIQUE 5

Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres et d'accélérateurs de radiothérapie externe contrôlés et du nombre de nouvelles autorisations ou de reconductions d'autorisation par l'ASN en 2019



• La radiothérapie hélicoïdale

La radiothérapie hélicoïdale, ou tomothérapie, permet de réaliser des irradiations en combinant la rotation continue d'un accélérateur d'électrons au déplacement longitudinal du patient en cours d'irradiation. La technique utilisée se rapproche du principe des acquisitions hélicoïdales réalisées en scanographie. Un faisceau de photons émis sous une tension de 6 MV et un débit de dose de 8 Gy/min, mis en forme par un collimateur multi-lame permettant de réaliser une modulation de l'intensité du rayonnement, permet de réaliser des irradiations aussi bien de grands volumes de forme complexe que de lésions très localisées, éventuellement dans des régions anatomiques indépendantes les unes des autres. Le système requiert l'acquisition d'images dans les conditions du traitement à chaque séance, à des fins de comparaison avec les images scanographiques de référence pour repositionner le patient.

En 2018, 27 équipements de ce type étaient installés en France (source : Observatoire de la radiothérapie, INCa 2019).

2.1.3 La radiothérapie en conditions stéréotaxiques

La radiothérapie en conditions stéréotaxiques est une méthode de traitement qui vise à irradier à forte dose des lésions intra ou extracrâniennes, avec une précision millimétrique, par de multiples mini-faisceaux convergeant au centre de la cible. Pour les traitements par radiothérapie stéréotaxique, la dose totale est délivrée, lors d'une séance unique ou de façon hypofractionnée, selon la maladie à traiter. Le terme de radiochirurgie est employé pour désigner les traitements réalisés en une séance unique.

Cette technique exige, d'une part, une grande précision dans la définition du volume cible à irradier, d'autre part, que le traitement soit le plus conformationnel possible, c'est-à-dire que les faisceaux d'irradiation épousent au plus près la forme de la tumeur.

Développée initialement pour le traitement de maladies non cancéreuses relevant de la neurochirurgie (malformations artérioveineuses, tumeurs bénignes) inaccessibles chirurgicalement, elle fait appel à des techniques de repérage spécifiques afin de permettre une localisation très précise des lésions.

Elle est de plus en plus fréquemment utilisée pour le traitement de métastases cérébrales, mais aussi pour des tumeurs extracrâniennes.

Cette technique thérapeutique utilise principalement trois types d'équipements spécifiques tels que :

- le Gamma Knife®, qui utilise plus de 190 sources de cobalt-60, permet une irradiation très précise. Le Gamma Knife® agit comme un véritable scalpel, sur une zone extrêmement précise et délimitée (5 unités en service);
- la radiothérapie en conditions stéréotaxiques robotisée; le CyberKnife®, constitué d'un accélérateur linéaire miniaturisé monté sur un bras robotisé (19 unités en service);
- des accélérateurs linéaires polyvalents équipés de moyens de collimation additionnels (mini-collimateurs, localisateurs) permettant la réalisation de mini-faisceaux.

2.1.4 La radiothérapie réalisée à l'aide d'un accélérateur linéaire couplé à un système d'imagerie par résonance magnétique

Un premier accélérateur linéaire couplé à un système d'imagerie par résonance magnétique (IRM) a été installé à l'[Institut Paoli-Calmette](#), à Marseille, à la fin du premier semestre 2018.

L'association nouvelle de ces deux technologies (accélérateur linéaire et IRM) a soulevé de nouvelles questions quant à son utilisation clinique, en matière de mesure et de calcul de la dose délivrée au patient, mais aussi en matière de contrôle de la qualité du dispositif complet, portant à la fois sur l'accélérateur et l'imagerie. Après une expertise réalisée par l'IRSN, l'ASN a autorisé la mise en service de cette nouvelle technique fin 2018.

En 2019, deux autres centres ont été autorisés à détenir et utiliser ce type de machines. Il s'agit du [centre Georges François Leclerc](#) à Dijon et de l'[ICM Val d'Aurelle](#) à Montpellier.

2.1.5 La radiothérapie de contact

La contactthérapie, ou radiothérapie de contact, est une technique de radiothérapie externe. Les traitements sont délivrés par un appareil générateur de rayons X mettant en jeu des faisceaux de basse énergie variant de 50 à 200 kV (kilovolts). Ces faisceaux de basse énergie sont adaptés pour le traitement des cancers cutanés, car la dose qu'ils délivrent décroît rapidement en profondeur.

2.1.6 La radiothérapie peropératoire

La radiothérapie peropératoire associe la chirurgie et la radiothérapie, qui sont réalisées dans un même temps dans un bloc opératoire. La dose de rayonnement est délivrée sur le lit tumoral au cours d'une intervention chirurgicale.

L'Institut national du cancer ([INCa](#)) a lancé en mars 2011 un appel à projets visant à soutenir l'installation d'équipements de radiothérapie peropératoire (RTPO) pour la prise en charge des patientes atteintes d'un cancer du sein.

En avril 2016, la Haute Autorité de santé ([HAS](#)) a publié les [résultats](#) de l'évaluation de cette pratique. Ainsi, selon la HAS, les connaissances disponibles sont insuffisantes et ne permettent pas de démontrer l'intérêt de la RTPO, dans le traitement adjuvant du cancer du sein, par rapport à la technique standard de radiothérapie externe. La HAS conclut que les éléments ne sont pas, à ce stade, réunis pour proposer sa prise en charge par l'assurance maladie et considère qu'il convient de poursuivre les études cliniques et médico-économiques pour disposer de données cliniques, notamment à plus long terme. À l'issue de cette évaluation, la HAS recommande cependant que la RTPO puisse continuer à être évaluée dans le cadre de la recherche clinique. Depuis 4 ans la radiothérapie peropératoire est une des techniques de traitement des petits cancers du sein, elle se développe peu mais son évaluation se poursuit.

2.1.7 L'hadronthérapie

L'hadronthérapie est une technique de traitement fondée sur l'utilisation de faisceaux de particules chargées, protons et noyaux de carbone, dont les propriétés physiques particulières permettent d'assurer une distribution de dose très localisée lors des traitements (pic de Bragg). En comparaison avec les techniques existantes, la dose délivrée au voisinage de la tumeur à irradier est moindre, le volume de tissu sain irradié est donc drastiquement réduit. L'hadronthérapie permet le traitement spécifique de certaines tumeurs. En juin 2016, l'INCa a publié un [rapport](#) sur les indications et capacités de traitement en protonthérapie.

L'hadronthérapie par protons est utilisée actuellement en France dans trois centres :

- à l'[Institut Curie](#) d'Orsay (équipement modifié en 2016) ;
- au [Centre Antoine-Lacassagne](#) à Nice (nouvel équipement installé en 2016) ;
- au [Centre François-Baclesse \(projet ARCADE\)](#) à Caen (mis en service en 2018).

Selon ses promoteurs, l'hadronthérapie avec des noyaux de carbone serait plus adaptée au traitement des tumeurs les plus radio-résistantes et pourrait apporter plusieurs centaines de guérisons supplémentaires chaque année. L'avantage biologique revendiqué serait dû à la très forte ionisation en fin de trajectoire de ces particules, associé à un effet moindre sur les tissus traversés avant l'atteinte du volume cible.

2.2 Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe

Les appareils doivent être implantés dans des salles spécifiquement conçues pour assurer la radioprotection des personnels ; ce sont en fait de véritables casemates (l'épaisseur des parois peut varier de 1 mètre à 2,5 mètres de béton ordinaire). Une installation de radiothérapie se compose d'une salle de traitement incluant une zone technique où se trouve l'appareillage, d'un poste de commande extérieur à la salle et, pour certains accélérateurs, de locaux techniques annexes.

La protection des locaux, en particulier de la salle de traitement, doit être déterminée de façon à respecter autour de ceux-ci

les limites annuelles d'exposition des travailleurs et/ou du public. Une étude spécifique pour chaque installation doit être réalisée par le fournisseur de la machine, en liaison avec le physicien médical et la personne compétente en radioprotection (PCR).

Cette étude permet de définir les épaisseurs et la nature des différentes protections à prévoir, qui sont déterminées en tenant compte des conditions d'utilisation de l'appareil, des caractéristiques du faisceau de rayonnements, ainsi que de la destination des locaux adjacents, y compris ceux situés à la verticale (locaux situés au-dessus ou en dessous de la salle de traitement). Cette étude doit figurer dans le dossier présenté à l'appui de la demande d'autorisation d'utiliser une installation de radiothérapie, qui est instruite par l'ASN.

En outre, un ensemble de systèmes de sécurité permet de renseigner l'opérateur sur l'état de fonctionnement de la machine (tir en cours ou non) et d'assurer l'arrêt de l'émission du faisceau en cas d'urgence ou d'ouverture de la porte de la salle d'irradiation.

2.3 L'état de la radioprotection en radiothérapie externe

Depuis 2007, la sécurité des soins en radiothérapie constitue un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN. Un programme d'inspections avait été défini pour la période 2016-2019, et ses orientations avaient été communiquées à l'ensemble des services de radiothérapie au début 2016. Les inspections portent sur la capacité des centres à déployer une démarche de gestion des risques et, selon la situation rencontrée par les inspecteurs, la gestion des compétences, ainsi que la mise en œuvre de nouvelles techniques ou pratiques et la maîtrise des équipements.

L'ASN a poursuivi son approche graduée du contrôle :

- en diminuant, au vu des progrès réalisés dans la maîtrise de la sécurité des soins, la fréquence moyenne des inspections, qui a ainsi été portée, à partir de 2016, à une fois tous les trois ans (au lieu de deux ans précédemment) ;
- en maintenant une fréquence plus élevée pour les centres présentant des fragilités ou des enjeux, notamment pour certains centres ayant nécessité des inspections renforcées ([Institut de cancérologie Lucien Neuwirth](#) à Saint-Priest-en-Jarez, [Hôpital Privé des Peupliers](#) à Paris) et le suivi de la surveillance renforcée pour le [Centre privé de radiothérapie de Metz](#), devenu Institut privé de radiothérapie de Metz, courant 2019, à la suite de sa cession.

En 2019, 73 inspections ont été réalisées par l'ASN, représentant 42 % du parc national. En 2018, le nombre d'inspections réalisées a été de 79, soit 45 % du parc national. En deux ans, environ les deux tiers du parc ont donc fait l'objet d'un contrôle, certains centres pouvant être inspectés deux fois.

2.3.1 La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe

Lorsque les installations de radiothérapie sont correctement conçues, les enjeux de radioprotection sont limités pour les professionnels, du fait des protections apportées par les murs du local d'irradiation.

Le bilan des inspections réalisées en 2019 ne fait pas apparaître de difficulté importante dans ce secteur :

- la désignation effective des personnes compétentes en radioprotection a été vérifiée dans la plupart des centres inspectés ;
- les contrôles techniques de radioprotection ont été réalisés dans environ 90 % des centres inspectés et sont satisfaisants.

Auvergne – Rhône-Alpes

Mise en demeure de l'Institut de cancérologie Lucien Neuwirth (ICLN) à Saint-Priest-en-Jarez (Loire)

L'Institut de cancérologie Lucien Neuwirth (ICLN), situé à Saint-Priest-en-Jarez (Loire), est un établissement public spécialisé dans la lutte contre le cancer qui exerce des activités de radiothérapie externe et de curiethérapie.

Depuis 2017, l'ASN a mis en place un suivi rapproché de cet établissement, notamment en raison de difficultés relationnelles au sein du service de radiothérapie. Ce suivi s'est notamment traduit par la réalisation de quatre inspections en deux ans.

Lors de la dernière inspection, réalisée les [9 et 10 juillet 2019](#), les inspecteurs de l'ASN ont constaté un contexte de grande fragilité de l'unité de physique médicale. Ils ont relevé une insuffisance dans la définition des responsabilités, au premier rang desquels les circuits de contrôle et de validation, la répartition des rôles entre le prestataire de la société

de physique médicale et les personnels de l'unité de physique médicale. L'intervention de prestataires extérieurs, constatée comme très fragmentée, est un facteur de risque (en multipliant les interfaces entre professionnels) qui doit également être pris en compte.

L'ASN a considéré que les réponses apportées par l'ICLN à la suite de cette inspection n'étaient pas satisfaisantes et ne permettraient pas de réduire les risques pour les patients : l'ASN a donc [mis en demeure l'ICLN](#) de se conformer à certaines dispositions réglementaires en matière d'organisation, de moyens humains et de gestion des risques.

Ces dispositions ont été notifiées au responsable des activités nucléaires le 18 décembre 2019. L'ASN vérifiera en 2020 les actions mises en œuvre par l'ICLN pour respecter cette mise en demeure.

2.3.2 La radioprotection des patients en radiothérapie

L'évaluation de la radioprotection des patients en radiothérapie est réalisée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, rendu obligatoire par la [décision n° 2008-DC-0103 de l'ASN du 1^{er} juillet 2008](#). Dans le cadre des inspections, des vérifications sont réalisées depuis 2016 sur l'adéquation des ressources humaines et, notamment, sur la présence du physicien médical et sur les modalités d'organisation interne pour assurer le suivi d'événements indésirables – ou dysfonctionnements – enregistrés par les centres de radiothérapie, et leur analyse.

La présence du physicien médical, pendant la durée des traitements, a été vérifiée dans près de 90 % des centres inspectés. Le plan d'organisation de la physique médicale est disponible dans une même proportion.

L'évaluation montre que la détection des événements indésirables, leur déclaration (en interne ou à l'ASN) et leur recueil sont jugés globalement satisfaisants. En revanche, l'analyse de ces événements indésirables n'est globalement satisfaisante que dans 46 % des centres inspectés, ce qui dénote une régression de 28 % par rapport à 2018 :

- l'analyse des causes d'un événement reste sommaire, se limitant souvent aux causes immédiates ;
- de même, les analyses d'événements récurrents sont encore peu développées, alors que ceux-ci devraient constituer des signaux d'alerte pour le centre.

L'amélioration des pratiques par le retour d'expérience et l'évaluation de l'efficacité des actions correctives ont été jugées satisfaisantes pour seulement 27 % des centres inspectés, ce qui est stable par rapport à 2018 et avait baissé de 10 % par rapport à 2017. Si la plupart de ces démarches associent des représentants de l'ensemble des professionnels contribuant à la réalisation des soins, tous les personnels ne s'y impliquent pas, en particulier les médecins, ce qui en limite l'efficacité.

Afin de permettre une réelle amélioration continue de la qualité et de la sécurité des soins, des progrès restent à accomplir dans le suivi et l'évaluation des actions correctives mises en place, l'implication de l'ensemble des personnels, ainsi que l'exploitation du retour d'expérience pour évaluer et enrichir l'analyse

des risques *a priori*, prévue par la décision n° 2008-DC-0103 de l'ASN du 1^{er} juillet 2008 précitée.

En complément des vérifications réalisées, la capacité d'un centre à déployer une démarche de gestion des risques a de nouveau fait l'objet d'investigations particulières en 2018. Il en ressort que :

- bien que les exigences de management de la qualité et de la sécurité dans les services de radiothérapie, fixées par la décision ci-dessus mentionnée, soient globalement respectées, des hétérogénéités persistent d'un centre à un autre. Ainsi, l'analyse des risques *a priori*, à caractère obligatoire, n'est disponible et complète que dans la moitié des centres inspectés ;
- plus généralement, à l'issue des inspections menées depuis 2016, l'ASN considère que le pilotage de la démarche de gestion des risques n'est globalement satisfaisant que dans la moitié des centres inspectés. Ce sont les centres pour lesquels la direction a défini une politique avec des objectifs opérationnels, partagés, évaluables et évalués, a communiqué sur les résultats de cette politique et alloué les ressources nécessaires, en particulier, au responsable opérationnel de la qualité. En outre, l'implication de l'ensemble des professionnels, en particulier du corps médical, reste une condition essentielle pour que les démarches de gestion des risques améliorent concrètement la sécurité des pratiques.

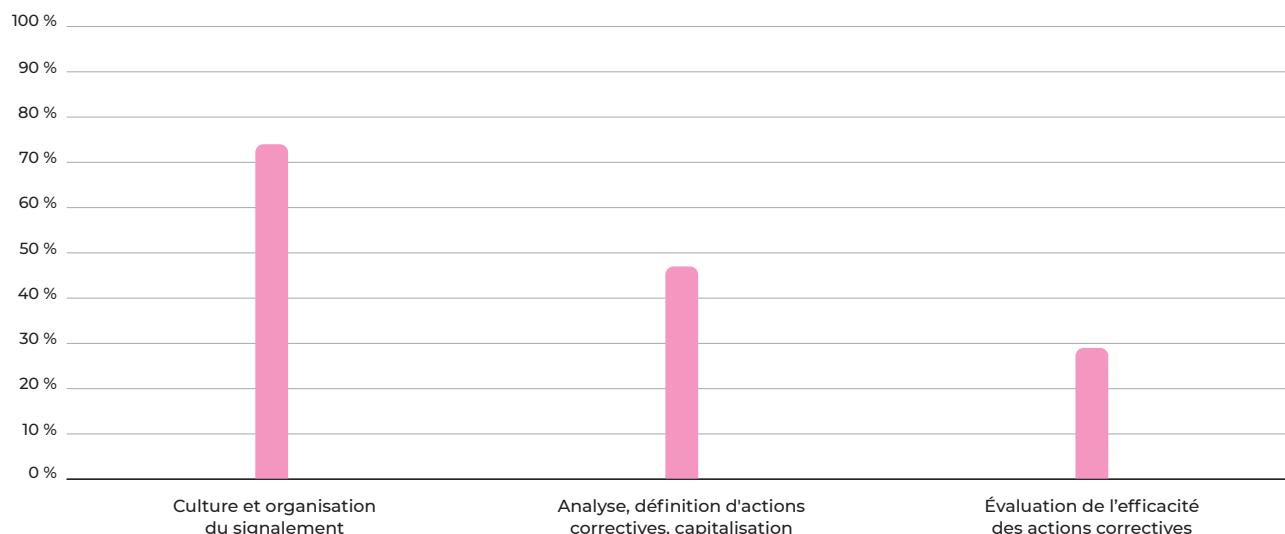
Enfin, l'ASN constate encore, en 2019, que les changements techniques, organisationnels ou humains ne sont pas suffisamment anticipés. L'analyse d'impact d'un changement sur l'activité des opérateurs n'est pas systématiquement réalisée, alors que ces changements peuvent fragiliser des lignes de défense mises en place. Les enseignements des inspections réalisées en 2019 montrent que, lors de la mise en place d'une nouvelle technique, les centres ne maîtrisent convenablement la conduite du projet que dans 40 % des cas et ne maîtrisent convenablement la mise en place de nouveaux équipements que dans 25 % des cas.

2.3.3 Les événements déclarés en radiothérapie externe

En 2019, 145 événements significatifs ont été déclarés en radiothérapie. L'ASN constate depuis plusieurs années une nette diminution des ESR déclarés par les services de radiothérapie. En effet, environ 200 ESR par an étaient déclarés en 2014 et 2015. Une analyse de ce phénomène doit être réalisée, en associant les professionnels de la radiothérapie pour comprendre les raisons

GRAPHIQUE 6

Pourcentage de conformité des installations en relation avec la gestion des événements donnant lieu à la mise en œuvre d'actions correctives en 2019



de cette baisse. En 2019, cette baisse s'est stabilisée, avec un nombre de déclarations équivalents à 2018.

La majorité des événements déclarés en 2019 concernent la radio-protection des patients et ils sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

En 2019, 57 % des événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO. Trois événements ont par ailleurs été classés en 2019 au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO. Ces trois événements concernent respectivement le traitement en conditions

stéréotaxiques d'une cible deux fois pendant la même séance, une erreur de latéralité lors d'un traitement d'un cancer de la cavité buccale et une erreur de latéralité lors d'une protonthérapie d'une lésion palpébrale.

Comme les années précédentes, ces événements mettent toujours en exergue des fragilités organisationnelles au niveau :

- de la gestion des flux de dossiers de patients ;
- des étapes de validation qui sont insuffisamment explicitées ;
- de la tenue des dossiers des patients, permettant d'avoir une vision d'ensemble et un accès, au bon moment, aux données nécessaires.

Des pratiques non harmonisées au sein d'un même centre, des interruptions de tâches fréquentes, une charge de travail importante non maîtrisée avec, notamment, un impact sur les amplitudes de traitements, le déploiement d'une nouvelle technique ou pratique constituent des facteurs de risque.

Île-de-France

Inspection renforcée du centre de radiothérapie de l'Hôpital privé des Peupliers (Paris)

À la suite des dysfonctionnements organisationnels observés lors de l'inspection du 18 mars 2019 dans le centre de radiothérapie de l'Hôpital privé des Peupliers du groupe Ramsay-Santé, l'ASN a diligemment une nouvelle inspection les 21 et 22 octobre 2019. Cette inspection s'est déroulée en parallèle d'une visite de contrôle de l'Agence régionale de santé (ARS) d'Île-de-France. De cette nouvelle inspection, il est ressorti que les activités du centre de radiothérapie sont réalisées à un rythme de travail soutenu, dans des conditions de sous-effectif persistant, laissant peu de latitude aux professionnels pour gérer les aléas et les imprévus. Ceci engendre une situation de travail potentiellement source de risques et d'erreurs pour les patients. Les manquements relatifs à l'organisation médicale, à la physique médicale, au travail des manipulateurs d'électroradiologie médicale, ainsi que ceux relatifs à la gestion du système de management de la qualité, à l'analyse des risques *a priori*, à la gestion documentaire et à la déclaration et l'analyse des événements indésirables ont donné lieu à une procédure contradictoire, qui se poursuivra en 2020.

SYNTHÈSE

En radiothérapie, les fondamentaux de la sécurité sont en place (contrôles des équipements, formation des professionnels, politique de gestion de la qualité et des risques) et les démarches qualité progressent. Les analyses de risque *a priori* restent cependant relativement théoriques et insuffisamment déployées en amont d'un changement organisationnel ou technique. Tenant compte de la maturité du secteur en matière de radioprotection des patients, l'ASN allège ses fréquences d'inspection mais, au regard de la diversité des situations rencontrées, les centres présentant des fragilités ou des enjeux particuliers continueront à faire l'objet d'une attention particulière et de suivis plus rapprochés en 2020.

Erreurs « de côté », une attention tout au long du parcours de radiothérapie du patient

Les erreurs dites « de côté » (ou erreurs de latéralité) sont des causes fréquentes d'ESR déclarés à l'ASN, et classés le plus souvent au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO. L'ASN avait publié en 2014 (en concertation avec les professionnels) un bulletin sur [La sécurité du patient en radiothérapie](#) dédié à ce thème (n° 6).

Depuis, pour un total de 29 événements de niveau 2 et deux événements de niveau 2+ sur la période 2014-2019, 9 erreurs « de côté » ont été déclarées, dont 2 en 2019.

Ces erreurs peuvent survenir à des étapes diverses, du début à la fin du parcours de radiothérapie d'un patient :

- lors de la prescription médicale qu'elle soit manuscrite ou informatique par absence de recours à des documents du dossier médical (compte rendu chirurgical ou d'anatomie pathologie) pour contrôler la latéralité ;

- lors de l'imagerie par erreur ou absence de positionnement gauche/droit sur les images ;
- lors de la planification dosimétrique ;
- lors de la définition des repères de positionnement du patient ;
- lors de la réalisation d'une ou plusieurs séances de radiothérapie.

Afin de prévenir ces erreurs, une traçabilité de la latéralité de l'ensemble des organes pairs est indispensable dans tous les documents et tout au long du parcours du patient. Tout doute doit être levé par une revue collégiale du dossier de radiothérapie. Enfin, la participation active du patient ou de son accompagnant est également un élément essentiel pour éviter ce type d'erreur.

3. La curiethérapie

La [curiethérapie](#) permet de traiter, de façon spécifique ou en complément d'une autre technique de traitement, des tumeurs cancéreuses.

Cette technique consiste à implanter, au contact ou à l'intérieur des tumeurs solides à traiter, des radionucléides, exclusivement sous forme de sources scellées.

Les principaux radionucléides employés en curiethérapie sont l'iridium-192 et l'iode-125.

La curiethérapie met en œuvre trois types de techniques (détailées ci-après) en fonction des indications.

Soixante-deux centres de curiethérapie sont autorisés par l'ASN, dont 49 utilisent la technique de haut débit de dose. En 2019, l'ASN a délivré 31 autorisations. Pour la plupart, il s'agissait de mise à jour de l'autorisation existante.

3.1 La présentation des techniques

3.1.1 La curiethérapie à bas débit de dose (ou *Low Dose-Rate*, LDR)

- délivre des débits de dose compris entre 0,4 et 2 Gy/h (grays/heure) ;
- au moyen de sources d'iode-125, sous forme de grains, implantées de façon permanente ou de sources de césium-137 à application temporaire.

Indications :

- Traitement de cancers de la prostate. Mis en place de façon permanente dans la prostate du patient, les grains ont une activité unitaire comprise entre 10 et 30 MBq (méga becquerels). Un traitement nécessite environ une centaine de grains, soit une activité totale de 1 à 2 GBq (giga becquerels).
- Traitement de certaines tumeurs ophtalmiques par implants temporaires d'iode-125 placés dans un insert en silicone (8 à 24 grains par disque), recouvert d'un disque en or-titane. La taille des grains est la même que pour le traitement de la prostate, mais l'activité est supérieure (environ 200 MBq par grain). Les implants sont posés au bloc opératoire sous anesthésie générale et le traitement dure de 1,5 jour à une semaine, en hospitalisation.
- Traitement de tumeurs de l'endomètre ou du col utérin par curiethérapie au césium-137. Le traitement se passe dans une chambre d'hospitalisation protégée à l'aide d'un projecteur de sources de césium-137 (activité d'environ 8,2 GBq).

Le traitement dure de 2 à 5 jours en hospitalisation. Cette technique est très peu utilisée, au profit de la technique de curiethérapie à débit de dose pulsé.

3.1.2 La curiethérapie à débit de dose pulsé (ou *Pulsed Dose-Rate*, PDR)

- délivre des débits de dose compris entre 2 et 12 Gy/h ;
- au moyen de sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 18,5 GBq et mise en œuvre avec un projecteur de source spécifique.

Indications : principalement les cancers gynécologiques, plus rarement les cancers des bronches, de l'œsophage et, exceptionnellement, du sein et de la prostate.

Cette technique nécessite l'hospitalisation du patient durant plusieurs jours dans une chambre ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée. Elle repose sur l'utilisation d'une seule source radioactive se déplaçant pas à pas et s'arrêtant dans des positions et pour des durées prédéterminées.

Les doses sont délivrées par séquence de 5 à 20 minutes, voire 50 minutes, toutes les heures pendant la durée du traitement prévu, d'où la dénomination de curiethérapie pulsée.

La curiethérapie pulsée présente des avantages en matière de radioprotection :

- pas de manipulation des sources ;
- pas d'irradiation continue, ce qui permet la réalisation des soins aux patients sans irradiation du personnel ou interruption du traitement.

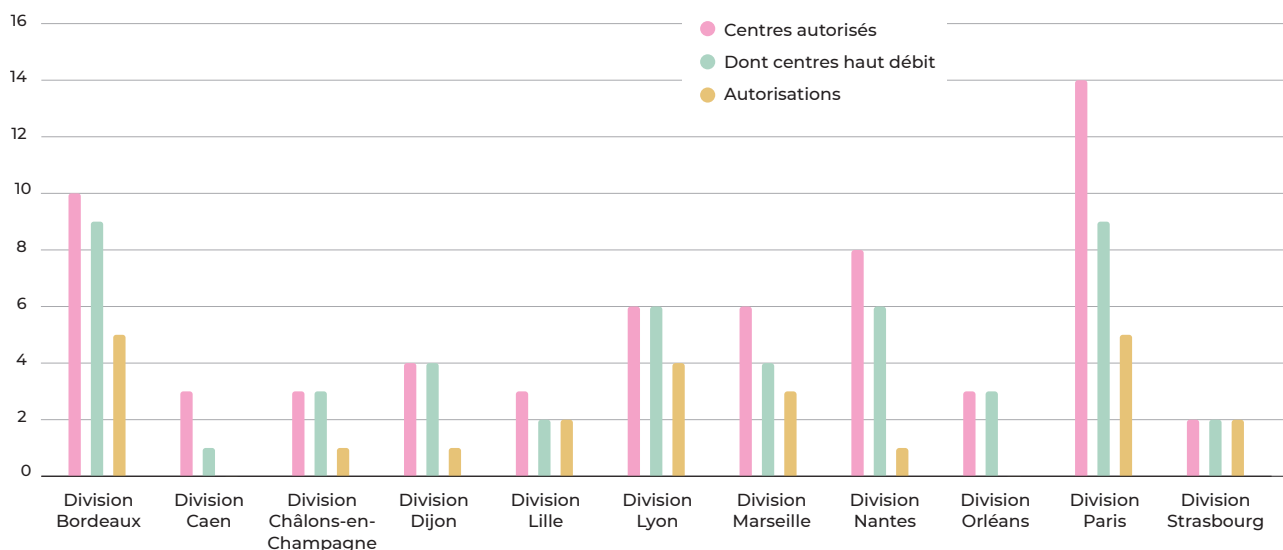
En revanche, il est nécessaire d'anticiper de possibles situations accidentelles liées au fonctionnement du projecteur de source et au débit de dose élevé délivré par les sources utilisées.

3.1.3 La curiethérapie à haut débit de dose (ou *High Dose-Rate*, HDR)

- délivre des débits de dose supérieurs à 12 Gy/h ;
- au moyen de sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 370 GBq et mise en œuvre avec un projecteur de source spécifique (certains projecteurs utilisent une source de cobalt-60 de haute activité).

GRAPHIQUE 7

Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres de curiethérapie et plus précisément de centres de curiethérapie à haut débit de dose et du nombre de nouvelles autorisations ou de reconductions d'autorisation à jour en 2019



Cette technique ne nécessite pas d'hospitalisation du patient dans une chambre radioprotégée; elle est réalisée en mode ambulatoire, dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe. Le traitement est réalisé à l'aide d'un projecteur contenant la source, les traitements sont délivrés en une ou plusieurs séances de quelques minutes, réparties sur plusieurs jours.

Indications: principalement les cancers gynécologiques, moins fréquemment le traitement des cancers de la prostate, les cancers bronchiques et exceptionnellement les cancers ORL. Il existe également une indication pour cette technique dans le traitement des cicatrices chéloïdes.

3.2 Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie

Les règles de gestion des sources radioactives en curiethérapie sont analogues à celles définies pour l'ensemble des sources scellées, quels que soient leurs usages.

• La curiethérapie à bas débit de dose

Dans le cas des techniques par implants permanents (utilisation de grains d'iode-125, notamment pour le traitement de la prostate), les applications sont réalisées en bloc opératoire, sous contrôle échographique, et ne nécessitent pas d'hospitalisation en chambre radioprotégée.

• La curiethérapie à débit de dose pulsé

Cette technique utilise des projecteurs de sources (en règle générale 18,5 GBq d'iridium-192). Les traitements se déroulent dans des chambres d'hospitalisation ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée.

• La curiethérapie à haut débit de dose

L'activité maximale utilisée étant élevée (370 GBq d'iridium-192 ou 91 GBq de cobalt-60), les irradiations ne peuvent être effectuées que dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe.

3.3 L'état de la radioprotection en curiethérapie

Comme pour la radiothérapie externe, la sécurité des soins en curiethérapie constitue depuis 2007, un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN. À cette thématique, du fait de l'utilisation de sources radioactives de haute activité, s'ajoutent les questions concernant la gestion de ces sources et des éventuelles situations d'urgence liées à leur utilisation.

En 2019, comme en 2018, 21 centres pratiquant la curiethérapie ont été inspectés, conduisant à l'inspection des deux tiers du parc sur les deux dernières années.

3.3.1 La radioprotection des professionnels

En 2019, les mesures de radioprotection déployées par les services de curiethérapie en matière de radioprotection des professionnels ont été jugées globalement satisfaisantes. Néanmoins, un axe d'amélioration demeure concernant la formation renforcée aux situations d'urgence. Dans un peu plus de la moitié des centres inspectés, il n'y a pas eu d'exercice de mise en situation (source de haute activité bloquée, par exemple) ou il n'existe pas de procédure relative à cette situation.

L'ASN considère que des efforts sont encore nécessaires pour renforcer la formation à la radioprotection des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité.

3.3.2 La radioprotection des patients

Comme pour la radiothérapie externe, l'évaluation de la radioprotection des patients en curiethérapie est appréciée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins.

La présence en nombre suffisant de médecins médicaux, en fonction de l'activité, a été constatée dans près de 90% des centres inspectés. Le plan d'organisation de la physique médicale est disponible dans une même proportion.

Blocage de sources : respecter les conditions d'utilisation des dispositifs et former à la gestion des situations d'urgence

Deux événements significatifs de radioprotection liés à des blocages de sources, en lien avec des défauts de matériels, ont été déclarés à l'ASN en 2019. Ils sont survenus lors de traitement PDR de cancers gynécologiques.

Dans le premier signalement, il y a eu un frottement de la source à l'intérieur de l'applicateur, engendrant le retrait de la source en position de stockage dans le projecteur et son blocage. Il n'y a donc pas eu de conséquence en termes de dose au niveau de la tumeur à traiter ou au niveau d'organes sains. Toutefois, il a fallu replanifier le traitement avec un changement de matériel. La cause du frottement de la source à l'intérieur de l'applicateur incriminé est due à l'obsolescence du matériel utilisé au-delà de la date maximale préconisée par le fabricant, qui est normalement de 3 ans. Ce type de matériel réutilisable est amené à subir de nombreux cycles de stérilisation susceptibles d'engendrer l'usure des parois et des matériaux, d'où une durée d'utilisation à ne pas dépasser.

Dans le second cas, peu de temps après le début du dernier pulse, se déroulant en pleine nuit, l'appareil

a émis une alarme alors que la source était bloquée en position de traitement. Le personnel de garde a été perturbé par des informations contradictoires de l'appareil, avec un voyant rouge interdisant l'accès à la chambre de traitement, et le voyant de « traitement interrompu » restant allumé. Ce dernier signale en temps normal que la source est rentrée dans l'appareil, ce qui n'était pas le cas. Le personnel de garde a pu retirer en urgence le matériel de traitement (l'applicateur, la source et la gaine) de la patiente et le placer dans le conteneur prévu à cet effet. Il s'est avéré que ce dernier n'était pas adapté et qu'en conséquence son couvercle n'a pas pu être fermé. L'intervention du constructeur de l'appareil de traitement a permis de récupérer et d'éliminer la source incriminée.

Cet événement a fait l'objet d'un avis d'incident, en raison d'un classement au niveau 1 sur l'échelle INES, au vu du non-respect de certaines procédures internes à l'établissement lors de l'intervention du personnel de garde. Il n'y a cependant pas eu de conséquence dosimétrique, tant pour la patiente, que pour le personnel du centre.

07

• Le système de management de la qualité et de la sécurité des soins

Le bilan qualitatif des inspections réalisées en 2019 a montré que la plupart des services de curiethérapie inspectés ont déployé le système de management de la qualité, en bénéficiant de l'appui des services de radiothérapie externe. Ils présentent cependant les mêmes insuffisances concernant l'étude des risques *a priori*, et il n'a pas été constaté de progrès sur ce plan par rapport à l'année 2018.

L'évaluation de l'efficacité des actions correctives mises en place après un événement indésirable n'est pas satisfaisante pour environ 57% des centres inspectés, en 2019 comme en 2018, ce qui laisse encore une forte marge de progrès, dans la mesure où la situation n'a pas évolué.

La validation préalable des traitements par curiethérapie HDR est formalisée uniquement dans 52% des cas, ce qui est encore insuffisant au vu des enjeux liés à l'utilisation de sources de haute activité. Là encore, la situation n'a pas évolué par rapport à 2018.

La maintenance et les contrôles de qualité – La majorité des centres dispose d'un inventaire des dispositifs médicaux ainsi que d'un registre de consignation des opérations de maintenance et des contrôles de qualité. En l'absence de décision de l'ANSM définissant le référentiel des contrôles de qualité des dispositifs de curiethérapie, les contrôles de qualité mis en œuvre résultent des pratiques historiques et s'appuient sur des recommandations des constructeurs ou des professionnels.

La maintenance des projecteurs HDR et PDR est assurée par les constructeurs. En particulier, lors des changements de sources, les constructeurs assurent les contrôles de bon fonctionnement des projecteurs. Les services de curiethérapie s'appuient sur ces contrôles pour garantir le bon fonctionnement des appareils. Un contrôle de l'activité de la source est effectué à chaque livraison et des contrôles de sortie de source sont également réalisés.

3.3.3 La gestion des sources

Les sources de curiethérapie sont gérées de manière satisfaisante. Tous les centres inspectés enregistrent le suivi des mouvements des sources, transmettent à l'IRSN l'inventaire des sources et entreposent les sources en attente de chargement ou reprise dans un local adapté.

L'organisation mise en place permet de connaître la catégorie de chaque source ou lot de sources dans 53% des centres inspectés. 80% des centres n'ont pas délivré les autorisations autorisant les personnes à accéder aux sources scellées de haute activité, des progrès sont donc à accomplir.

Des axes d'amélioration ont également été identifiés concernant la sécurisation d'accès aux sources de haute activité, dans la mesure où seulement 38% des centres inspectés en 2019 ont mis en place des mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources. L'ASN restera attentive aux progrès à accomplir et cette thématique d'inspection restera prioritaire en 2020 pour les centres disposant de sources scellées de haute activité.

3.3.4 Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements

Deux événements de blocage de source dans un projecteur PDR ont été signalés en 2019. Ils n'ont pas conduit à une surexposition, que ce soit pour le personnel ou pour les patients.

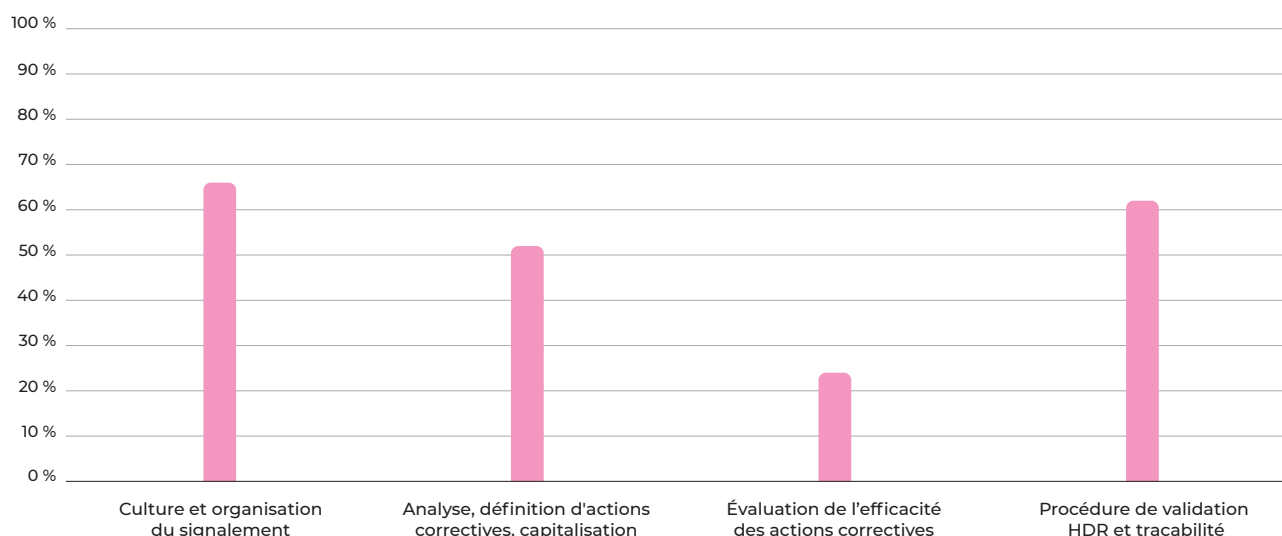
La description de ces événements vise à attirer l'attention sur la nécessité de respecter les conditions techniques d'utilisation de ces dispositifs et à rappeler les obligations de formation à la gestion des situations d'urgence et à la pratique d'exercices.

3.3.5 Les événements déclarés en curiethérapie

En 2019, 15 ESR ont été déclarés en curiethérapie, dont un classé au niveau 2. Cet événement était relatif à une curiethérapie d'un cancer de la prostate par implants permanents.

GRAPHIQUE 8

Pourcentage de conformité des installations en relation avec la gestion des événements donnant lieu à la mise en œuvre d'actions correctives en 2019



En plus des deux blocages de sources décrits plus haut, il est à noter l'interruption d'un traitement par curiethérapie PDR; la patiente ayant retiré seule le matériel de traitement. Il a été décidé l'arrêt du traitement.

L'analyse de ces événements souligne que la maîtrise des risques en curiethérapie doit s'appuyer sur des contrôles de qualité adaptés et sur la mise en œuvre de dispositions organisationnelles pour mieux gérer l'information du patient, les sources ou les situations d'urgence.

SYNTHÈSE

En matière de sécurité des soins, la situation de la curiethérapie est comparable à celle de la radiothérapie externe. La radioprotection des professionnels et la gestion des sources scellées de haute activité sont jugées globalement satisfaisantes, ce niveau doit cependant être maintenu par un effort de formation continue. Dans le contexte actuel, une attention accrue doit être portée sur la sécurisation d'accès à ces sources, pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources.

4. La médecine nucléaire

4.1 La présentation des activités de médecine nucléaire

La [médecine nucléaire](#) regroupe toutes les utilisations de radionucléides en sources non scellées à des fins de diagnostic ou de thérapie.

Les utilisations diagnostiques se décomposent en techniques *in vivo*, fondées sur l'administration de radionucléides au patient, et en applications exclusivement *in vitro* (biologie médicale). Des examens, de type exploration fonctionnelle, peuvent associer des techniques *in vitro* et *in vivo*.

Une enquête, menée début 2018 auprès de l'ensemble des unités de médecine nucléaire autorisées par les divisions de l'ASN, a permis de dresser, pour l'année 2017, un état du parc des équipements et de disposer d'informations sur les nombres d'actes réalisés selon les différentes technologies, ainsi que sur les ressources humaines. Les données recueillies pour l'année 2017 sont présentées ci-après.

Selon cette enquête, le nombre total d'actes de médecine nucléaire annuel en France est d'environ 1 537 000, dont environ 900 000 actes de scintigraphie ou de tomographie par émission monophotonique

(TEMP), 125 000 actes avec détection sous caméra à semi-conducteur et environ 500 000 actes par tomographie en émission de positons (voir point 4.1.1).

• Les services de médecine nucléaire

Ce secteur d'activité comprend, fin 2019, 233 unités de médecine nucléaire; le nombre de chambres de radiothérapie interne vectorisée (RIV) est stable, variant de 158 à 155.

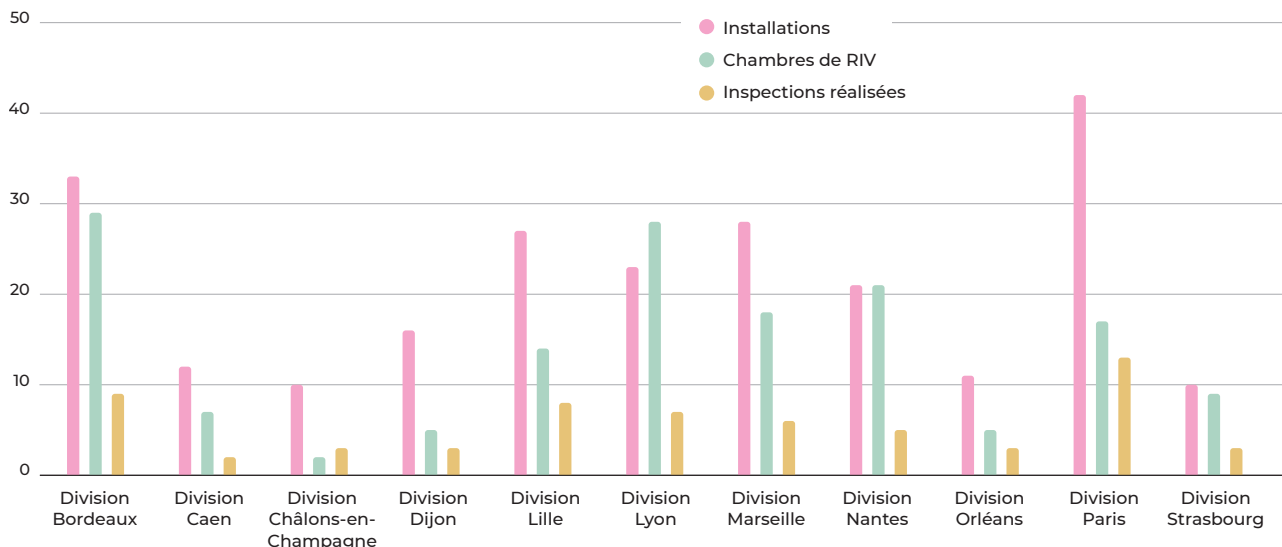
Ces unités regroupent les installations de prise en charge des patients (diagnostic *in vivo*) et, pour un faible nombre d'entre elles, une activité de biologie médicale utilisant des sources non scellées (diagnostic *in vitro*). Enfin, un peu plus de 80 services participent à des protocoles de recherche impliquant la personne humaine.

Une cinquantaine de laboratoires de diagnostic *in vitro* étaient autorisés par l'ASN à la fin 2019, mais ce nombre tend à diminuer du fait de la cessation progressive de cette activité et du recours à des méthodes d'analyse ne faisant plus appel à des radionucléides.

En 2019, 133 autorisations de médecine nucléaire ont été délivrées par les divisions de l'ASN. Il s'agissait notamment de changements de caméras ou d'extension d'autorisation pour permettre l'usage de nouveaux radionucléides.

GRAPHIQUE 9

Répartition, par division territoriale de l'ASN, des installations de médecine nucléaire autorisées par l'ASN, du nombre de chambres d'hospitalisation dédiées à la radiothérapie interne vectorisée et du nombre d'inspections réalisées dans ces installations par l'ASN en 2019



• Les pharmacies à usage interne

Lorsqu'une pharmacie à usage interne (PUI) est autorisée dans un établissement de santé, le local de préparation des médicaments radiopharmaceutiques au sein du service de médecine nucléaire, appelé « radiopharmacie », fait partie de la PUI. 128 radiopharmacies sont dénombrées parmi les 233 unités de médecine nucléaire dans les établissements publics de santé et les établissements de santé privés d'intérêt collectif, tels que les centres de lutte contre le cancer. Le radiopharmacien a principalement en charge la gestion du circuit du médicament radiopharmaceutique (approvisionnement, détention, préparation, contrôle, dispensation et traçabilité), ainsi que la qualité de sa préparation. Il peut être secondé par des préparateurs en pharmacie hospitalière ou des manipulateurs en électroradiologie médicale.

• Les équipements

Outre les caméras utilisées dans les unités de médecine nucléaire, environ 400 enceintes radioprotégées sont installées dans les services, réparties pour moitié en « basse énergie » (1 à 2 par service) et en « haute énergie » (1 à 6 par service).

Sont également utilisés près de 110 dispositifs automatisés ou semi-automatisés de préparation des médicaments radiopharmaceutiques marqués au fluor-18 et une soixantaine de dispositifs automatisés d'injection.

• La gestion des effluents issus des services de médecine nucléaire

Les 15 recommandations du [rapport](#)⁽⁵⁾ du groupe de travail « Déversement dans les réseaux d'assainissement des effluents contenant des radionucléides provenant des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche » (GTDE) ont été publiées en juin 2019 sur [asn.fr](#). Ces recommandations ont pour principaux objectifs :

- de permettre une mise à jour des autorisations de déversement d'effluents contaminés prévues à l'[article L. 1331-10 du code de la santé publique](#) et délivrées par la collectivité responsable de la gestion du réseau public d'assainissement collectif ;
- de compléter les plans de gestion de déchets et effluents des services de médecine nucléaire ou des laboratoires de recherche

utilisant des sources radioactives non scellées, mentionnés à l'[article R. 1333-16 de ce code](#).

Leur mise en œuvre permettra de procéder à une meilleure estimation de l'impact des rejets en considérant :

- les sources radioactives détenues et utilisées par les services de médecine nucléaire ou les laboratoires de recherche ;
- les modalités de gestion et d'élimination de ces effluents dans l'établissement où sont exercées ces activités ;
- les modes d'exposition théorique des professionnels intervenant lors des opérations d'entretien des ouvrages d'assainissement et lors de l'exploitation des stations d'épuration d'eaux usées urbaines.

Toutes ces informations pourront être utilement transmises par l'établissement à la collectivité instruisant l'autorisation de déversement.

L'estimation de cet impact pourra être réalisée, en tant que de besoin et en première approche, sur la base de la méthode et de l'outil numérique [CIDRRE](#) (Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux), développé par l'IRSN et également accessible sur son site Internet.

À l'occasion de la publication de ce rapport, l'ASN demande aux services de médecine nucléaire et aux laboratoires de recherche de mettre à jour leur plan de gestion des déchets et des effluents selon les recommandations du groupe de travail. Elle rappelle que le plan de gestion doit comprendre les modalités de la surveillance des effluents rejetés, conformément à l'article R. 1333-16 du code de la santé publique et à la [décision de l'ASN n°2008-DC-0095 du 29 janvier 2008](#). La décision précitée et le [Guide technique de l'ASN n° 18](#) du 26 janvier 2012 feront l'objet de mises à jour.

4.1.1 Le diagnostic *in vivo*

Cette technique consiste à étudier un organe ou une fonction de l'organisme grâce à une substance radioactive spécifique – un médicament radiopharmaceutique (MRP) – administrée à un patient. La nature du MRP dépend de l'organe ou de la fonction étudiés. Le radionucléide peut être utilisé directement ou fixé sur un vecteur (molécule, hormone, anticorps...). À titre d'exemple,

5. [asn.fr/Informer/Actualites/Quinze-recommandations-sur-le-deversement-d-eaux-usees-faiblement-contaminees](#)

CIDRRE : un outil pour étudier l'impact dosimétrique des déversements de radionucléides sur les travailleurs des réseaux d'assainissement

En juin 2019, l'IRSN a mis en ligne un nouvel outil de calcul pour l'estimation des doses susceptibles d'être reçues par les personnels intervenant dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration qui peuvent être au contact d'effluents radioactifs déversés par les laboratoires médicaux ou les services de médecine nucléaire.

Ce modèle numérique dénommé CIDRRE (Calcul d'Impact des Déversements Radioactifs dans les REseaux), permet d'estimer l'impact des déversements de radionucléides sur les travailleurs des réseaux d'assainissement et sur les travailleurs intervenant pour l'épandage des boues résultant du traitement des eaux usées.

Aboutissement d'un projet lancé en 2012 à l'initiative de l'ASN, CIDRRE est accessible à l'ensemble des acteurs (gestionnaires des réseaux, responsables des activités nucléaires) dans le cadre des autorisations de déversement prévues à l'article L. 1331-10 du code de la santé publique.

Le calcul fournit des estimations de dose aux différents postes de travail concernés, sur la base d'hypothèses majorantes. En pratique, pour le calcul, un service de médecine nucléaire utilisera notamment les activités totales administrées des différents radionucléides, sur une année, comme données d'entrée.

Ces résultats pourront être pris en compte par les employeurs des personnels des réseaux dans leur démarche d'évaluation de risque mentionnée à l'article R. 4451-14 du code du travail.

La réglementation fixe la limite d'exposition des personnels de 1 mSv/an pour qu'ils n'entrent pas dans des catégories de travailleurs spécialement suivis. Les estimations réalisées pendant les phases de test de CIDRRE ont révélé des expositions toujours inférieures à la limite de 1 mSv.

TABEAU 3

Principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations en médecine nucléaire *in vivo*

TYPE D'EXPLORATION	RADIONUCLÉIDES UTILISÉS
Métabolisme thyroïdien	Iode-123, technétium-99m
Perfusion du myocarde	Thallium-201, technétium-99m, rubidium-82
Perfusion pulmonaire	Technétium-99m
Ventilation pulmonaire	Technétium-99m, krypton-81m
Processus ostéo-articulaire	Technétium-99m, fluor-18
Exploration rénale	Technétium-99m
Oncologie – Recherche de métastases	Technétium-99m, fluor-18, gallium-68
Neurologie	Technétium-99m, fluor-18

le tableau 3 présente quelques-uns des principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations.

La localisation dans l'organisme, par les techniques de scintigraphie, de la substance radioactive administrée, souvent du technétium-99m, se fait par un détecteur spécifique. Ce détecteur, appelé caméra à scintillation ou gamma-caméra, est constitué d'un cristal d'iodure de sodium (pour la majorité des caméras) couplé à un système d'acquisition et d'analyse par ordinateur. Cet équipement permet d'obtenir des images du fonctionnement des tissus ou organes explorés. Une quantification des processus physiologiques ou physiopathologiques peut être réalisée.

La plupart des gamma-caméras permet des acquisitions tomodographiques et une imagerie en coupe, ainsi qu'une reconstruction tridimensionnelle des organes (TEMP).

Le fluor-18, radionucléide émetteur de positons, est aujourd'hui couramment utilisé, notamment sous la forme d'un sucre marqué, le fluorodésoxyglucose (FDG), en particulier en cancérologie. Son emploi nécessite l'utilisation d'une caméra adaptée (tomographie par émission de positons – TEP). Le principe de ces caméras TEP est la détection en coïncidence des deux photons émis lors de l'annihilation du positon dans la matière près de son lieu d'émission. D'autres MRP marqués avec d'autres émetteurs de positons commencent à être utilisés, notamment avec du gallium-68. Les caméras TEP équipées du système « temps

de vol » (*Time of Flight* – TOF), permettent une administration moindre de l'activité injectée en MRP, pour une qualité d'image attendue satisfaisante.

La médecine nucléaire permet de réaliser une imagerie fonctionnelle. Elle est donc complémentaire de l'imagerie purement morphologique obtenue par les autres techniques d'imagerie. Afin de faciliter la fusion des images fonctionnelles et morphologiques, des appareils hybrides ont été développés : les caméras TEP sont désormais systématiquement couplées à un scanner (TEP-TDM) et les gamma-caméras peuvent l'être également (TEMP-TDM).

L'installation de caméras à semi-conducteurs (CZT), dont la sensibilité de détection est très élevée, continue à se développer, notamment dans les centres de soins réalisant de nombreux examens de la fonction myocardique. En effet, ces caméras permettent une imagerie scintigraphique plus rapide, plus confortable, pour un diagnostic plus sûr. La recherche continue dans ce domaine avec l'installation, en 2018, d'une gamma-caméra CZT 3D et corps entier, permettant une visualisation spatiale du corps entier.

Selon l'enquête réalisée en 2018 auprès des unités de médecine nucléaire, le parc des caméras TEMP et CZT installées était de :

- 423 caméras TEMP, dont 70 % sont couplées à un tomomodensitomètre (TDM), pour un total de 924 000 actes annuels ;

- 51 caméras à semi-conducteurs (CZT), dont 7 sont couplées à un TDM, pour un total de 125 000 actes annuels.

Le parc des caméras TEP installées est de :

- 158 caméras TEP, toutes couplées à un TDM, pour un total de 486 000 actes annuels ;
- 4 caméras TEP couplées à un IRM, pour 2016 actes réalisés annuellement.

4.1.2 Le diagnostic *in vitro*

Il s'agit d'une technique de biologie médicale, sans administration de radionucléides au patient, permettant de doser certains composés contenus dans les fluides biologiques préalablement prélevés sur le patient : hormones, marqueurs tumoraux. Cette technique met en œuvre des méthodes de dosage fondées sur les réactions immunologiques (réactions antigènes-anticorps marquées à l'iode-125), d'où le nom de dosage par radio-immunologie (*Radio Immunity Assay* – RIA). Les activités présentes dans les kits d'analyse prévus pour une série de dosages ne dépassent pas quelques milliers de becquerels (kBq). La radio-immunologie est concurrencée par des techniques ne faisant pas appel à la radioactivité, telles l'immunoenzymologie ou la chimiluminescence. Quelques techniques utilisent d'autres radionucléides, comme le tritium ou le carbone-14. Là encore, les activités manipulées sont de l'ordre du kilobecquerel.

4.1.3 La radiothérapie interne vectorisée

Utilisés à des fins thérapeutiques, les MRP administrés visent à délivrer une dose importante de rayonnements ionisants à un organe cible, dans un but curatif ou palliatif. Deux champs d'applications thérapeutiques de la médecine nucléaire peuvent être distingués : l'oncologie et les affections non oncologiques (traitement de formes d'hyperthyroïdie, synoviothèse).

Plusieurs types de traitements oncologiques peuvent être distingués :

- les traitements administrés par voie systémique non spécifique (cancer de la thyroïde par iode-131, lymphome non hodgkinien par anticorps monoclonal marqué à l'yttrium-90, cancer de la prostate avec métastases osseuses par le radium-223, traitement des cancers neuroendocrines ou de la prostate par des molécules marquées au lutétium-177 (lutathérapie)) ;
- les traitements administrés par voie systémique sélective (traitement des cancers du foie par administration de microsphères marquées à l'yttrium-90 par un cathéter placé dans une artère).

Certaines thérapies nécessitent l'hospitalisation des patients pendant plusieurs jours dans des chambres spécialement aménagées du service de médecine nucléaire pour assurer la radioprotection du personnel, des proches du patient et de l'environnement. La protection radiologique de ces chambres est adaptée à la nature des rayonnements émis par les radionucléides et des cuves recueillent les urines contaminées des patients. C'est en particulier le cas du traitement de certains cancers thyroïdiens après intervention chirurgicale. Ils sont réalisés par l'administration d'activités d'iode-131 variant de 1,1 GBq à 5,5 GBq.

Selon l'enquête réalisée en 2018 auprès des unités de médecine nucléaire, en 2017 :

- 6377 patients ont bénéficié d'un traitement avec administration d'iode-131 (avec hospitalisation) ;
- 270 patients ont bénéficié d'un traitement avec administration de lutétium-177 ;
- 426 patients ont bénéficié d'un traitement avec administration d'yttrium-90, dont 230 avec SIR-Spheres® et 196 avec TheraSphere® ;
- 101 patients ont bénéficié d'un traitement avec administration de radium-223.

Pour les utilisations à des fins de thérapie, 155 chambres de RIV sont réparties dans 44 services de médecine nucléaire (voir graphique 9).

D'autres traitements peuvent être réalisés en ambulatoire. Ils consistent, par exemple, à traiter une hyperthyroïdie par administration d'iode-131, les douleurs des métastases osseuses d'un cancer par le strontium-89 ou le samarium-153, le cancer de la prostate avec métastases osseuses par le radium-223. On peut aussi réaliser des traitements des maladies inflammatoires des articulations grâce à des colloïdes marqués à l'yttrium-90, à l'erbium-169, ou au rhénium-186. Enfin, la radio-immunothérapie permet de traiter certains lymphomes au moyen d'anticorps marqués à l'yttrium-90.

Plus de 6500 patients ont été traités en 2017 sans hospitalisation, principalement pour des traitements à l'iode-131 et, dans une moindre mesure, pour des synoviothèses ou des traitements palliatifs de douleurs métastatiques.

4.1.4 La recherche impliquant la personne humaine en médecine nucléaire

La recherche impliquant la personne humaine en médecine nucléaire est particulièrement dynamique ces dernières années, de nouveaux radionucléides et vecteurs faisant régulièrement l'objet de protocoles. Les recherches portant sur l'utilisation de nouveaux traceurs se poursuivent autant en imagerie diagnostique (fluor-18-fluoroestradiol, développement de peptides marqués au gallium-68, utilisation cardiaque de l'iode-124, exploration de la ventilation pulmonaire par aérosols marqués au gallium-68...) qu'en thérapie (développement de nouvelles molécules marquées au lutétium-177, molécules marquées au cuivre-64...).

L'utilisation de nouveaux MRP nécessite d'intégrer le plus en amont possible les exigences de radioprotection associées à leur emploi. En effet, compte tenu des activités mises en jeu, des caractéristiques de certains radionucléides et des préparations à réaliser, l'exposition des opérateurs et l'impact sur l'environnement nécessitent la mise en place de mesures adaptées.

4.2 Les règles d'aménagement des installations de médecine nucléaire

Compte tenu des contraintes de radioprotection liées à la mise en œuvre de radionucléides en sources non scellées, les services de médecine nucléaire sont conçus et organisés pour recevoir, stocker, manipuler en vue de leur administration aux patients des sources radioactives non scellées ou les manipuler en laboratoire (cas de la radio-immunologie). Des dispositions sont également prévues pour la collecte, l'entreposage et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients.

• Conformité à la décision n° 2014-DC-0463

Les services de médecine nucléaire doivent répondre aux règles prescrites par la [décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014](#) relative aux règles techniques minimales de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire *in vivo*.

Cette décision précise en particulier les règles pour la ventilation des locaux des services de médecine nucléaire et des chambres accueillant les patients qui bénéficient notamment d'un traitement du cancer de la thyroïde avec l'iode-131. Le [Guide n° 32](#) précisant certains points de cette décision a été publié par l'ASN en mai 2017 et sera mis à jour en 2020.

La conformité était attendue au 1^{er} juillet 2015 pour les installations de médecine nucléaire et au 1^{er} juillet 2018 pour les chambres de RIV. Toutefois, les services autorisés avant



Inspection de l'ASN au service de médecine nucléaire du Centre hospitalier d'Angoulême – Novembre 2019

le 1^{er} juillet 2015 et qui n'étaient pas conformes à ces exigences devaient s'y conformer dès lors que des modifications importantes étaient réalisées.

Depuis le 1^{er} juillet 2015, les inspecteurs de la radioprotection des divisions de l'ASN ont évalué la conformité des installations lors des inspections :

- pour les locaux de manipulation des radionucléides, les locaux du secteur de médecine nucléaire et les dispositions pour les examens de ventilation pulmonaire, les données montrent une conformité presque totale des services en ce qui concerne les exigences relatives au système de ventilation, à l'exception du système de ventilation pour les examens pulmonaires, qui n'est pas systématiquement indépendant de celui des locaux du secteur de médecine nucléaire ;
- pour les chambres de RIV, une première évaluation de la conformité avait été réalisée avant juillet 2018, sur la base des inspections réalisées entre 2015 et 2017 : il avait été alors relevé par les inspecteurs qu'environ la moitié des structures n'étaient pas en conformité (ventilation indépendante et dépression).

• Conformité à la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN

Par ailleurs, les installations équipées d'un tomodesitomètre couplé à une gamma-caméra ou à une caméra TEP doivent répondre aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#)⁽⁶⁾.

• Conformité à la décision n° 2008-DC-095 de l'ASN

Comme pour toutes les installations dans lesquelles sont produits des déchets et effluents contaminés par des radionucléides, les dispositions de la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#)⁽⁷⁾ fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les

radionucléides doivent être respectées. Des locaux doivent être dédiés à ces activités, ainsi que des équipements spécifiques permettant notamment de surveiller les conditions de rejets des effluents (niveaux de remplissage des cuves, dispositifs d'alarme de fuites...). La conformité des installations destinées à recueillir les effluents et déchets produits par les services de médecine nucléaire est vérifiée régulièrement (voir point 4.3.3.).

4.3 L'état de la radioprotection en médecine nucléaire

En 2019, 62 services de médecine nucléaire ont été inspectés, soit 27 % des installations.

4.3.1 La radioprotection des professionnels de médecine nucléaire

Sur le plan radiologique, le personnel est soumis à un risque d'exposition externe, en particulier au niveau des doigts, du fait notamment de la manipulation de certains radionucléides (cas du fluor-18, de l'iode-131 ou de l'yttrium-90), lors de la préparation et de l'injection des MRP, ainsi qu'à un risque d'exposition interne par incorporation accidentelle de substances radioactives.

Les résultats concernant la radioprotection des professionnels (voir graphique 10) montrent que les mesures de radioprotection déployées par les services de médecine nucléaire sont globalement satisfaisantes sur trois points que sont la désignation d'une PCR dédiée à cette activité (avec une attestation valide délivrée par l'employeur dans tous les services inspectés), l'analyse des résultats dosimétriques des professionnels et la cohérence de la délimitation des zones réglementées avec les résultats des vérifications des ambiances de travail.

Deux axes d'amélioration sont cependant mis en évidence, l'un concerne la mise à jour de la formation des personnels, l'autre la coordination avec les entreprises extérieures (seulement 30 % de services ont établi des mesures de coordination avec la totalité de ces entreprises).

Par ailleurs, les vérifications techniques de radioprotection ont été réalisées au cours des deux dernières années selon la fréquence réglementaire, pour toutes les sources et appareils, ainsi que pour les appareils de mesures et de détection de radioactivité, dans près de 90 % des 62 services inspectés. Le cas échéant (35 services), les non-conformités relevées ont été corrigées.

4.3.2 La radioprotection des patients en médecine nucléaire

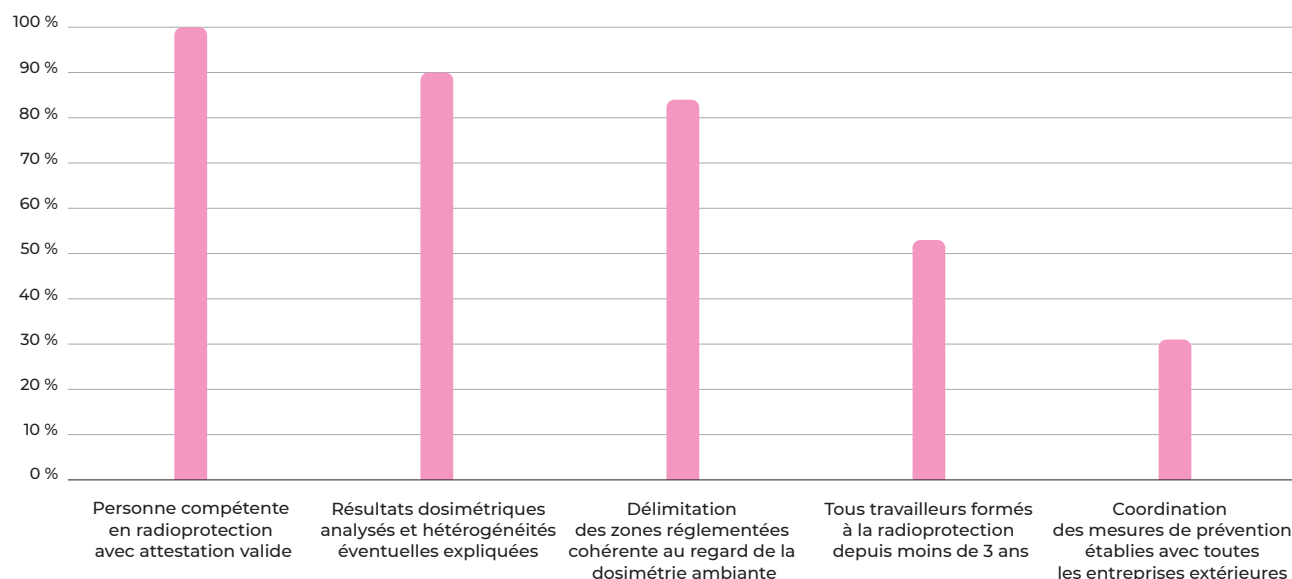
La radioprotection des patients en médecine nucléaire peut également être jugée satisfaisante dans les services inspectés en 2019. Ainsi, les 37 services (sur les 62 inspectés) qui réalisent des actes de thérapie ou de diagnostic à l'iode-131 remettent bien un document d'information écrit au patient, conformément à l'[arrêté du 21 janvier 2004](#) et aux recommandations de la SFMN. Les contrôles de qualité externes des deux dernières années ont par ailleurs été réalisés sur l'ensemble des dispositifs médicaux, à la bonne fréquence et les non-conformités éventuellement relevées ont été levées, dans 81 % des services. Dans les autres cas, soit le contrôle n'a pas été fait selon la périodicité réglementaire, soit il n'a pas porté sur tous les appareils concernés.

6. Décision n° 2017-DC-0591 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X.

7. Arrêté du 23 juillet 2008 portant homologation de la décision n° 2008-DC-0095 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, prise en application des dispositions de l'article R. 1333-12 du code de la santé publique.

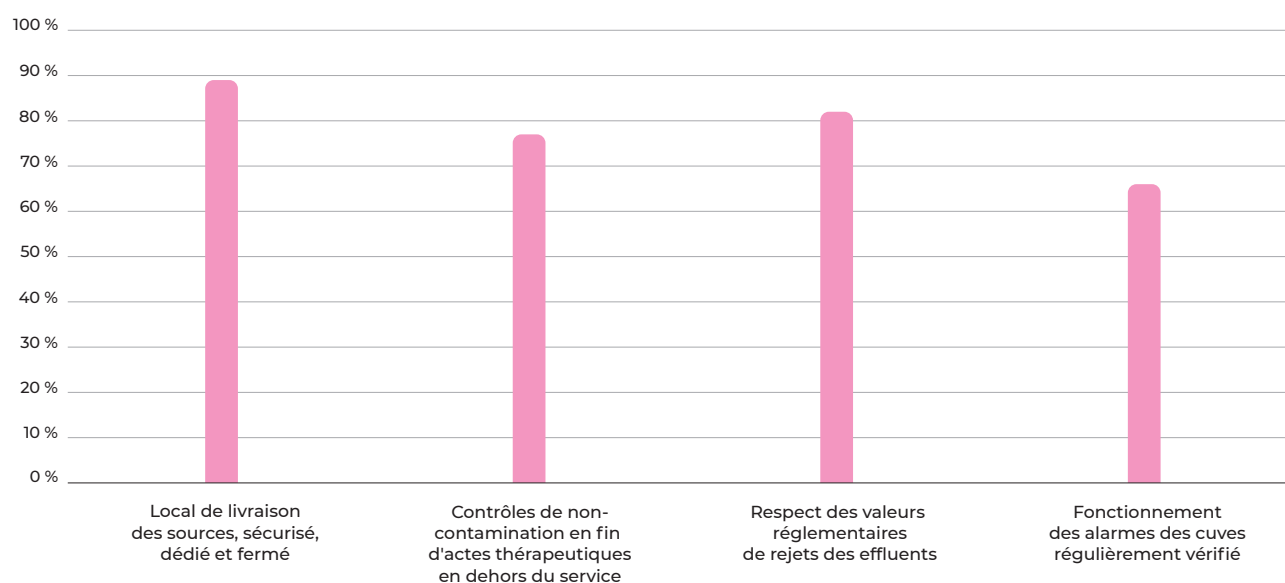
GRAPHIQUE 10

Pourcentage de conformité des services de médecine nucléaire inspectés en relation avec la radioprotection des professionnels en 2019



GRAPHIQUE 11

Pourcentage de conformité des services de médecine nucléaire inspectés en relation avec la protection des populations et de l'environnement en 2019



Toutefois, l'organisation mise en place pour permettre l'intervention d'un physicien médical, ses missions et son temps de présence sur site n'est complètement définie que dans 73 % des services. Dans 27 % des cas, le plan d'organisation de la physique médicale (POPM) n'est pas exhaustif au regard du [Guide n° 20](#) de l'ASN ou, dans une moindre mesure, l'organisation de la physique médicale décrite dans le POPM reste insuffisante vis-à-vis des enjeux liés à l'activité.

4.3.3 La protection de la population et de l'environnement

Les questions en relation avec la protection de la population et de l'environnement sont, pour de nombreux centres inspectés, correctement traitées (voir graphique 11).

Ainsi, près de 90 % des services disposent d'un local de livraisons conforme aux exigences de la [décision de l'ASN n° 2014-DC-0463 du 23 octobre 2014](#) (dédié et sécurisé). Pour environ 82 % des services, l'activité volumique des effluents rejetés après décroissance respecte les limites réglementaires (10 Bq/L – becquerels par litre) pour les effluents contaminés après entreposage, ou 100 Bq/L pour les effluents issus des chambres de patients traités à l'iode-131).

Toutefois, des progrès sont encore à réaliser :

- pour les services qui utilisent des sources non scellées en dehors du service de médecine nucléaire, puisque seuls près de 77 % d'entre eux ont réalisé des contrôles de non-contamination en fin d'actes thérapeutiques, conformément au protocole prévu ;
- dans 66 % des services inspectés, la traçabilité des contrôles des dispositifs d'alarme était complète et fonctionnelle.

4.3.4 Les événements déclarés en médecine nucléaire

Parmi les 62 services inspectés, 42 disposent d'un système d'enregistrement des événements indésirables. Ceux-ci ont analysé ces événements et en ont fait la déclaration à l'ASN.

En 2019, 145 ESR ont été déclarés, soit une diminution de 15 % par rapport à 2018.

Comme les années précédentes, la majorité des événements déclarés concernent les patients (69%), qui avaient bénéficié d'un acte à visée diagnostique. Les événements déclarés sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

• Les événements concernant les patients (100 ESR, soit 69 % des ESR déclarés)

La majorité des ESR concernant les patients, déclarés en médecine nucléaire, sont liés à des erreurs lors de l'administration d'un MRP à un patient (intersion de seringues ou de patients), à des erreurs de dose (dose adulte injectée à un enfant, injection d'une activité supérieure ou inférieure à l'activité prescrite...) ou à des erreurs lors de la préparation du médicament (intersion de flacons). Un cas concerne un patient qui a reçu une dose thérapeutique d'iode-131 administrée en ambulatoire, alors qu'il devait subir un examen de scintigraphie à l'iode-123. Un établissement a également signalé l'administration d'une activité de FDG multipliée par 6 par rapport à l'activité prescrite sur une cohorte de 7 patients.

Trois événements ont concerné des thérapies, dont un patient qui a reçu une activité triple de celle prévue pour un traitement par iode-131, un autre qui a reçu une gélule d'iode-131 surdosée de 17 %; le troisième cas était une fuite de MRP marqué au radium-223 au niveau du raccord entre la tubulure et le cathlon du système d'injection.

• Les événements concernant les professionnels (7 ESR, soit 5 % des ESR déclarés)

Sept événements concernant des professionnels ont été déclarés en 2019, dont des contaminations externes, une défaillance de dosimètre et une manipulation inappropriée d'un équipement d'injection de médicament radiopharmaceutique. Un [événement marquant](#) concerne l'exposition d'un travailleur pour lequel la valeur limite réglementaire d'exposition annuelle au niveau des extrémités (500 mSv) a été dépassée (classement au niveau 2 sur

l'[échelle INES](#)). Le dépassement a fait l'objet d'investigations menées par le service de médecine nucléaire, qui n'ont cependant pas permis d'identifier l'incident à l'origine de la surexposition. L'inspection a quant à elle permis de mettre en lumière des dysfonctionnements en matière de gestion et d'analyse des dispositifs dosimétriques.

• Les événements concernant le public (18 ESR, soit 12 % des ESR déclarés)

Quasiment tous les événements résultent de l'exposition du fœtus de femmes qui ignoraient leur grossesse. Les doses reçues étaient sans conséquence pour l'enfant ([CIPR, 2007](#)). La façon de questionner les patientes pour détecter leur éventuelle grossesse est très variable d'un centre à l'autre. Dans un cas, l'exposition du fœtus s'est réalisée dans le cadre d'un acte thérapeutique. Le centre n'avait pas respecté la recommandation de la SFMN, qui préconise de réaliser systématiquement un test sanguin de recherche d'une grossesse, et non un test urinaire, moins sensible. Par ailleurs, une déclaration concerne l'exposition limitée de personnes à des rayonnements ionisants liée à la proximité de canalisations d'effluents radioactifs.

• Les événements concernant les sources, les déchets et les effluents radioactifs (16 ESR, soit 11 % des ESR déclarés)

Ces ESR sont liés majoritairement à la dispersion de radionucléides (fuites d'effluents radioactifs au niveau des canalisations ou des cuves ou rejet d'effluents avant décroissance radioactive), le rejet non autorisé d'effluents dans l'environnement (vidange de cuves...) ou encore à l'évacuation de déchets vers une filière inappropriée. On notera également la contamination du sol d'une chambre par du lutétium-177 lors de la manipulation du flacon de médicament. Cet événement a également fait l'objet d'une déclaration de matériovigilance. Un établissement a déclaré une dispersion d'effluents ayant pour origine une fuite de canalisation du réseau d'évacuation des WC des chambres de RIV sur la voie publique située sous les chambres, à l'intérieur de l'établissement. Des travaux de remplacement de parties du réseau d'évacuation ont été réalisés.

• Autres événements (4 ESR, soit 2 % des ESR déclarés)

Les autres événements ont concerné, par exemple la perte de données dosimétriques des professionnels du fait d'une panne de l'ordinateur.

SYNTHÈSE

La prise en compte de la radioprotection des patients et des professionnels en médecine nucléaire est satisfaisante. Dans ce secteur, également, les efforts de formation doivent être maintenus. Par ailleurs, la coordination des mesures de prévention lors d'interventions d'entreprises extérieures (pour la maintenance des appareils, l'entretien des locaux...) doit être améliorée. Un des enjeux de radioprotection tient également à une bonne gestion des effluents radioactifs, cela est d'autant plus prégnant que les thérapies avec de fortes activités administrées aux patients sont appelées à se multiplier avec, en conséquence, une augmentation de la radioactivité rejetée.

5. Les pratiques interventionnelles radioguidées

5.1 Présentation du parc et des équipements

Les pratiques interventionnelles radioguidées (PIR) regroupent « l'ensemble des techniques d'imagerie utilisant des rayonnements ionisants pour la réalisation d'actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif ou et/ou thérapeutique, ainsi que les actes chirurgicaux et médicaux utilisant des rayonnements ionisants à visée de guidage ou de contrôle ».

• Les équipements

Les équipements utilisés sont soit des équipements à arceaux fixes, installés dans les services d'imagerie interventionnelle, où sont exercées les spécialités vasculaires (neuroradiologie, cardiologie...), soit des arceaux mobiles de radiologie utilisés principalement dans les salles des blocs opératoires par plusieurs spécialités chirurgicales, notamment en gastro-entérologie, en orthopédie et en urologie.

Les détecteurs présents sur les équipements à arceaux sont des amplificateurs de luminance ou des capteurs plans. Ces équipements font appel à des techniques utilisant la radioscopie et la radiographie dynamique cadencée (appelée « fluorographie » ou encore « mode ciné ») destinées à produire des images à haute résolution spatiale. Après injection de produit de contraste, le mode d'obtention des images par soustraction peut également être utilisé par les praticiens.

Depuis peu, des scanners parfois mobiles sont utilisés dans les blocs opératoires par des chirurgiens. Ce type d'équipement aide le praticien à la réalisation de son acte en offrant des images multiplan permettant une navigation virtuelle. Toutefois, ces scanners ne sont pas nécessairement dotés des dernières technologies de réduction de dose.

Les personnels interviennent le plus souvent à proximité immédiate du patient et sont également exposés à des niveaux de doses plus élevés que lors d'autres pratiques interventionnelles. Dans ces conditions, compte tenu des risques d'exposition pour l'opérateur et pour le patient, les pratiques doivent être optimisées pour réduire les doses et assurer la radioprotection des opérateurs et des patients.

• Les établissements

À partir des codes de la classification commune des actes médicaux et des données d'activité remontées par les établissements de santé à l'Agence technique de l'information sur hospitalisation (ATIH), ont été recensés 903 établissements qui pratiquent des

PIR à enjeux (en matière de radioprotection) dans une ou plusieurs disciplines. La répartition du nombre d'établissements par catégorie de PIR est présentée dans le graphique 12.

En 2019, les divisions ont envoyé environ 390 accusés de réception de déclaration de pratique interventionnelle radioguidée.

5.2 Les règles techniques d'aménagement des locaux

Les locaux dans lesquels sont réalisées les pratiques interventionnelles radioguidées, blocs opératoires et salles d'imagerie interventionnelle doivent être aménagés conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 mentionnée au point 4.2.

Peu d'établissements sont conformes à cette décision car les dispositifs de signalisation et de sécurité sont souvent absents ; les rapports techniques sont, quant à eux, pour beaucoup incomplets ou inexistant. L'ASN a relevé que la conformité à cette décision était mieux respectée dans les services de radiologie interventionnelle que dans les blocs opératoires.

5.3 L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées

Depuis plusieurs années, des événements significatifs de radioprotection sont régulièrement déclarés à l'ASN dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées. Bien que ces événements soient peu nombreux au regard de l'ensemble des événements déclarés à l'ASN dans le domaine médical, ils présentent, le plus souvent, des enjeux importants, avec la survenue de dommages tissulaires (radiodermes, nécroses) chez des patients ayant eu des procédures interventionnelles particulièrement longues et complexes. À ces événements, soulignant les enjeux forts de radioprotection pour les patients, il faut ajouter ceux concernant les professionnels, dont l'exposition peut conduire à des dépassements des limites de dose réglementaires, en particulier au niveau des extrémités (doigts).

En raison des enjeux de radioprotection, l'ASN mène dans ce secteur un nombre important d'inspections. En 2019, 199 établissements ont été inspectés. Ces inspections ont été conduites au sein de services d'imagerie interventionnelle (salles dédiées à la radiologie vasculaire et ostéo-articulaire interventionnelle, à la neuroradiologie et à la cardiologie) et de chirurgie (bloc opératoire) pratiquant des actes

Séminaires professionnels dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées

Compte tenu de la multiplication des enjeux liés à la mise en œuvre des actes d'imagerie interventionnelle, l'ASN a organisé en 2019 plusieurs [séminaires professionnels](#) régionaux (Lille, Lyon, Nancy) afin de sensibiliser l'ensemble des intervenants médicaux, et de susciter des échanges entre praticiens autour de leurs retours d'expériences, bonnes pratiques et difficultés.

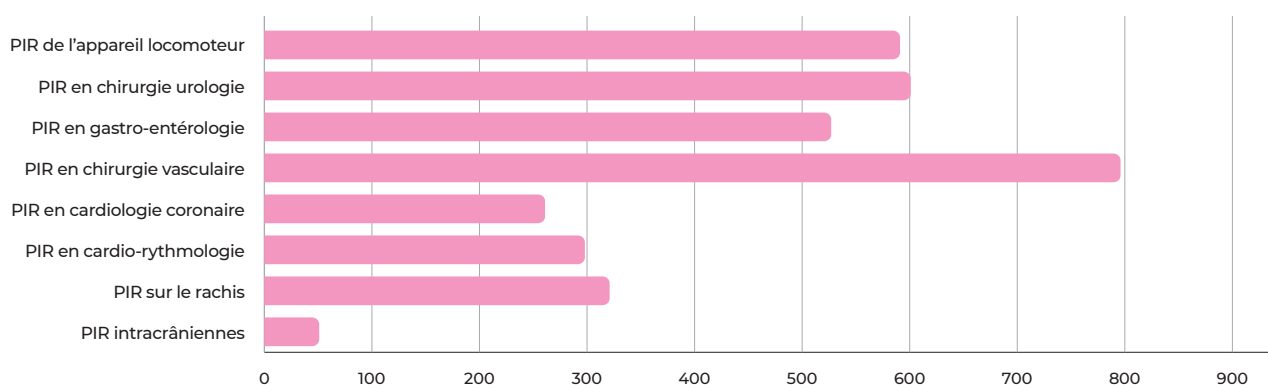
Ces séminaires ont permis la diffusion d'une large information, allant de l'actualité réglementaire à la présentation de techniques innovantes de pointe engagées sur les plateaux multimodaux, et portant sur la radioprotection des travailleurs autant que sur la radioprotection des patients. La forte participation des représentants de l'ensemble des établissements

médicaux des territoires concernés et la très grande diversité des professions médicales représentées – chirurgiens, radiologues, physiciens, PCR, MERM, cadres de santé... – ont témoigné de l'intérêt du monde médical pour la maîtrise et le progrès de la radioprotection lors des pratiques interventionnelles radioguidées.

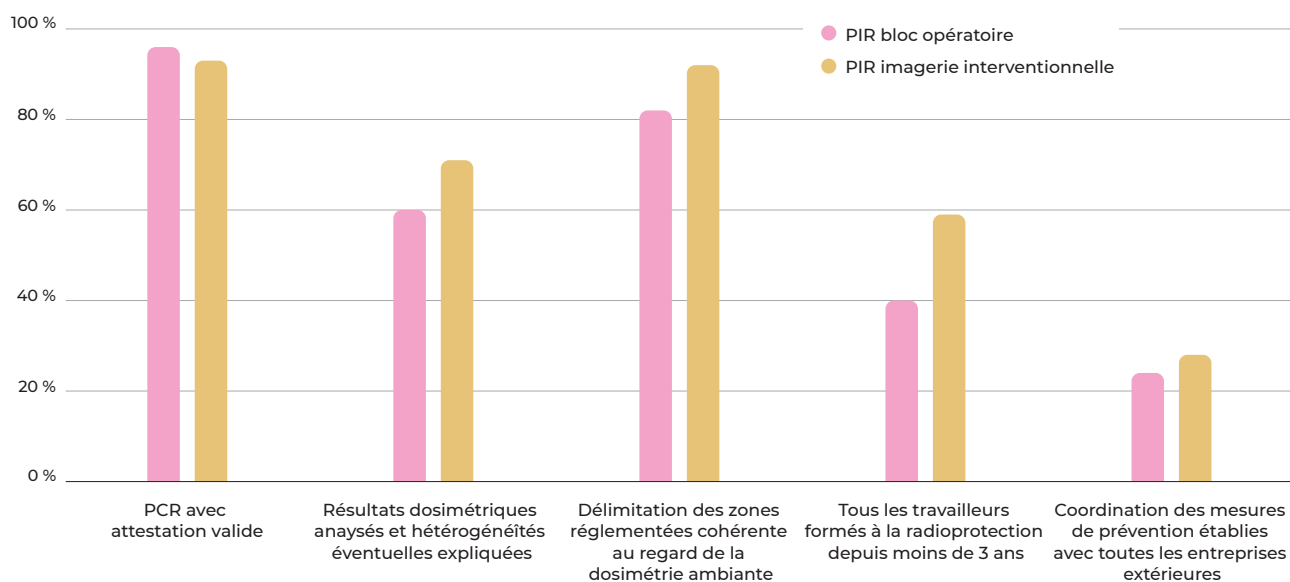
Les échanges suscités par ces séminaires ont mis en lumière la spécificité des enjeux associés à ces pratiques médicales du fait, d'une part, d'une innovation continue, d'autre part, d'un renouvellement de la réglementation. La prise en compte des facteurs organisationnels et humains, la mobilisation des intervenants professionnels autour d'un collectif de travail sont des facteurs de réussite pour faire progresser la radioprotection.

GRAPHIQUE 12

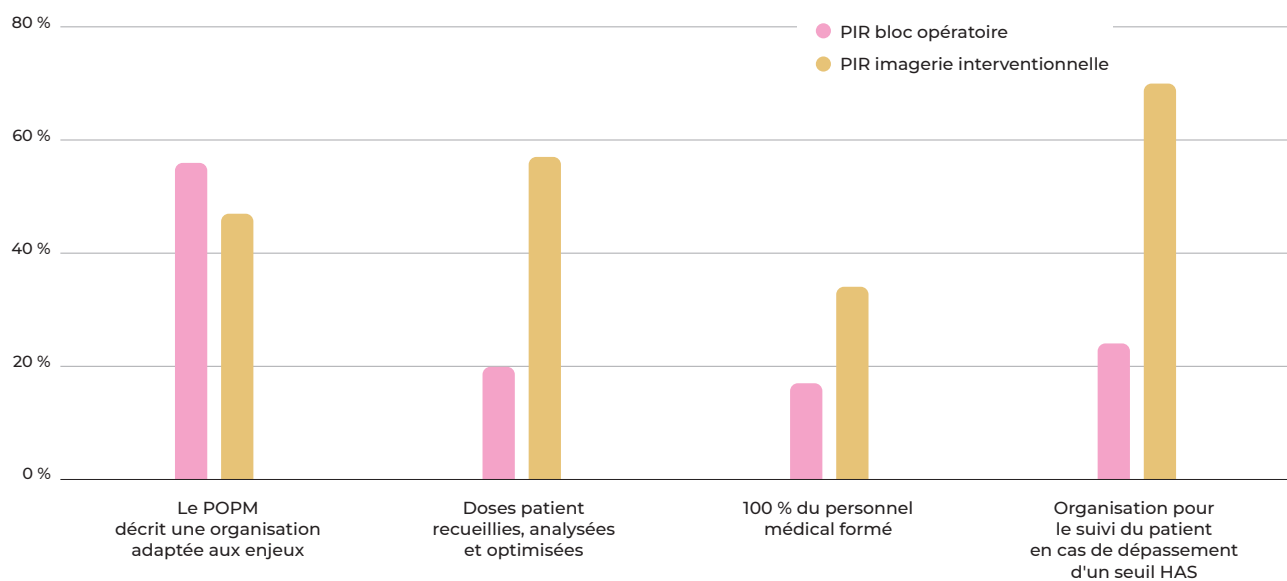
Répartition du nombre d'établissements par catégorie de pratiques interventionnelles radioguidées en 2019

**GRAPHIQUE 13**

Pourcentage de conformité des installations inspectées en relation avec la radioprotection des professionnels en 2019

**GRAPHIQUE 14**

Pourcentage de conformité des installations inspectées en relation avec la radioprotection des patients



Pratiques interventionnelles radioguidées au bloc opératoire: les recommandations du Groupe permanent d'experts radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants

Les pratiques interventionnelles radioguidées dans les blocs opératoires sont en plein essor, tant du point de vue de la diversité des actes, que du nombre de spécialités concernées et des dispositifs médicaux utilisés. Si les actes en PIR réalisés sur des équipements radiogènes fixes se sont significativement améliorés en matière de radioprotection ces dix dernières années, les constats faits par l'ASN lors d'inspections mettent en évidence des manquements pour les actes réalisés au bloc opératoire. Les enjeux de radioprotection pour chaque patient sont le plus souvent faibles. En revanche, du fait de la multiplicité des actes, les enjeux d'exposition professionnelle sont croissants.

Les risques sont principalement liés à un manque de culture vis-à-vis des règles de base de la radioprotection. Des progrès significatifs restent à réaliser dans le cadre des actes chirurgicaux.

En 2019, en vue d'améliorer la radioprotection lors des pratiques interventionnelles radioguidées dans les blocs opératoires, un groupe de travail du [GPMED](#) de l'ASN a proposé 20 recommandations qui portent sur 4 axes :

- la qualité et gestion des risques,
- les responsabilités de chacun des acteurs,
- la formation en radioprotection,
- les outils à développer en radioprotection.

interventionnels radioguidés. 60% des inspections réalisées en 2019 sont effectuées dans les services de bloc opératoire.

• Caractéristiques des établissements et services inspectés

Au sein de ces 199 établissements inspectés, 322 services ont été visités (194 services de blocs opératoires et 128 services d'imagerie interventionnelle répartis en 53 services de cardio-coronarographie, 39 services de cardiorythmologie, 34 services de radiologie interventionnelle vasculaire et ostéo-articulaire et 2 services de neuroradiologie) :

- sur les 194 services de blocs opératoires, 181 disposaient au moins d'un arceau mobile, 10 d'arceaux fixes et 3 de scanners mobiles ;
- sur les 128 services d'imagerie interventionnelle, 107 disposaient au moins d'un arceau fixe, 13 d'arceaux mobiles et 8 de scanners fixes.

En résumé, dans plus de 80% des services d'imagerie interventionnelle inspectés, les procédures sont réalisées avec des arceaux fixes alors que, dans les blocs opératoires, les médecins utilisent majoritairement des arceaux mobiles (93%) comme aide au guidage lors de leurs pratiques chirurgicales. Il est également constaté que des dispositifs médicaux de plus en plus performants sont installés dans les blocs opératoires. Il s'agit de scanners mobiles ou d'arceaux fixes dans des salles dites « hybrides », celles-ci associent les caractéristiques d'un bloc de chirurgie classique à celles d'une salle d'imagerie interventionnelle ; la combinaison permet au chirurgien d'effectuer de la chirurgie dite « mini-invasive » sous imagerie 2D et 3D. Des scanners fixes couplés à des arceaux fixes commencent également à être installés dans les établissements de santé.

5.3.1 La radioprotection des professionnels

• Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires

La radioprotection des professionnels paraît prise en compte de manière effective, avec la nomination d'une PCR (environ 96% des services inspectés), un zonage radiologique des installations (plus de 85% des services inspectés).

Cependant, le manque de formation des professionnels à la radioprotection des travailleurs (formation mise à jour pour la totalité des personnels dans environ seulement 20% des services inspectés), en particulier des praticiens intervenant dans les blocs opératoires, est un constat récurrent d'inspection. La formation à la radioprotection des travailleurs, des professionnels médicaux et paramédicaux utilisant des équipements avec des arceaux fixes dans des salles dédiées reste faible également, même s'ils sont, dans l'ensemble, mieux formés.

Si les équipements de protection collective de radioprotection sont disponibles dans les services d'imagerie interventionnelle, ils sont encore trop peu présents au sein des blocs opératoires.

Une amélioration forte est attendue pour la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures intervenant dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires, dans lesquels l'ASN constate que peu de plans de prévention sont signés avec tous les prestataires (seuls 26% des établissements inspectés possèdent un document signé avec tous les intervenants extérieurs formalisant la coordination des mesures de prévention).

• Plus précisément dans les blocs opératoires

Les professionnels des blocs opératoires ont à leur disposition, dans 73% des sites inspectés, des dispositifs de suivi dosimétrique en nombre suffisant et adapté aux expositions des professionnels. Cela reste insuffisant, mais est cependant en nette augmentation par rapport à 2018.

L'absence de suivi dosimétrique adapté pour certains actes radioguidés, notamment au niveau des extrémités, ainsi que l'absence de suivi médical des praticiens, rendent difficile l'évaluation de l'état de la radioprotection de ces professionnels dans les blocs opératoires. L'ASN constate toutefois des améliorations dans les services ayant été précédemment inspectés.

Des difficultés d'ordre organisationnel persistent toujours pour les PCR, lesquelles ne disposent pas toujours des moyens, de l'autorité suffisante leur permettant de remplir pleinement leurs missions. Par ailleurs, le temps alloué à leur mission n'est pas toujours adapté, d'autant plus que certains établissements font également reposer la radioprotection des patients sur la PCR. L'ASN constate que les PCR analysent les résultats dosimétriques afin de détecter des mauvaises pratiques et d'y remédier, surtout dans les services d'imagerie interventionnelle. Dans les blocs opératoires du secteur libéral, le suivi dosimétrique, le suivi médical et, le cas échéant, celui des employés constituent une difficulté récurrente.

• Les vérifications techniques de radioprotection

Les vérifications techniques de radioprotection externes ont été réalisées dans 85% des services d'imagerie interventionnelle et dans environ 74% des blocs opératoires. Dans les deux cas, les non-conformités relevées antérieurement ont été levées ou en cours de régularisation lors de l'inspection, dans seulement 66% des installations inspectées. Il existe une marge de progression pour le respect des fréquences de vérification exigées, mais l'on note cependant une amélioration.

5.3.2 La radioprotection des patients

Les constats établis à l'issue des inspections de 2019 confirment, pour la radioprotection des patients, les observations faites au cours de ces dernières années (voir graphique 14).

Ainsi, l'ASN constate encore un faible recours aux physiciens médicaux dans les services pratiquant des actes interventionnels radioguidés et un manque de description dans les POPM des modalités d'organisation de la physique médicale (les missions et le temps de présence du physicien médical en fonction des activités ne sont pas définis). Cela constitue un frein à la mise en œuvre du principe d'optimisation. Une collaboration étroite entre opérateur et physicien médical, ainsi qu'une présence régulière de ce dernier sur le terrain permettraient, notamment, une meilleure utilisation des équipements, avec la mise en place de protocoles adaptés aux actes réalisés, le recueil des doses délivrées et l'évaluation au regard des niveaux de référence dosimétrique à définir localement. Lorsqu'il est fait appel à des sociétés proposant des prestations externes en physique médicale, il est constaté que les établissements s'approprient peu la démarche d'optimisation. Ces constats ont été notamment observés dans les blocs opératoires, où cette démarche d'optimisation est rarement mise en place.

• Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires

Les insuffisances constatées concernent, d'une part, une insuffisance de formation des professionnels à la radioprotection des patients et, d'autre part, un défaut dans l'application du principe d'optimisation des actes, tant au niveau du paramétrage des appareils, des protocoles utilisés, que des pratiques.

L'ASN constate que, bien que les doses soient recueillies, leur analyse est peu réalisée (34% pour les blocs et 62% pour les services d'imagerie interventionnelle). Le suivi du patient en cas de

Les niveaux de référence diagnostique : outils d'optimisation

Par [décision n° 2019-DC-0667 du 18 avril 2019](#), l'ASN a mis à jour les niveaux de référence diagnostique (NRD) qui sont utilisés par les professionnels lors des actes d'imagerie médicale. Les NRD ne sont pas des valeurs limites de dose ; ils permettent aux professionnels d'évaluer leurs pratiques par comparaison à ces valeurs de référence dans le cadre d'une démarche d'optimisation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients, tout en préservant la qualité des images pour atteindre l'objectif clinique recherché. Ces niveaux sont définis pour les actes les plus courants mais aussi pour les plus exposants et doivent être mis à jour régulièrement pour tenir compte de l'évolution des pratiques et des technologies. Cette décision impose au responsable de l'activité nucléaire de réaliser des évaluations dosimétriques chez l'adulte et en pédiatrie. La décision de l'ASN introduit également, pour la première fois, des NRD pour certaines PIR, ainsi que la notion de valeur guide diagnostique, inférieure au NRD comme second repère pour l'optimisation.

dépassement du seuil d'exposition (seuil d'exposition à la peau) [défini par la HAS](#)⁽⁸⁾ est peu satisfaisant, en particulier dans les blocs opératoires (55% pour les blocs opératoires et 78% pour les services d'imagerie interventionnelle).

8. Améliorer le suivi des patients en radiologie interventionnelle et actes radioguidés – réduire le risque d'effets déterministes. HAS

« Le bloc des erreurs » ou comment créer un atelier pratique de sensibilisation à la radioprotection dans un bloc opératoire ?



Les PIR réalisées dans les blocs opératoires sont en constante augmentation, tant en nombre d'actes qu'en termes d'indications médicales. De plus en plus de chirurgiens ou médecins de disciplines différentes peuvent les mettre en œuvre.

Si, pour le patient, l'enjeu de la dose liée à un acte isolé peut être faible, il n'en est pas de même pour le professionnel.

En effet, celui-ci pratique des actes de l'exposant aux rayonnements ionisants de façon répétée. Cela peut alors entraîner des expositions non négligeables par effet cumulatif des doses, au cours de leur vie professionnelle. La sensibilisation au risque radiologique est de plus en plus nécessaire, surtout au bloc opératoire où la culture de la radioprotection est encore peu développée.

Pour mieux mobiliser les professionnels sur la radioprotection, il faut donc utiliser des outils pratiques et opérationnels. C'est le but de ce [document](#) appliqué au bloc opératoire.

Réalisé avec le concours de l'hôpital Lariboisière AP-HP, il vise à outiller les professionnels en charge de la radioprotection des travailleurs et des patients lorsqu'ils souhaitent mettre en place des ateliers pratiques et collégiaux sur la radioprotection. Le concept de "bloc des erreurs" est de proposer un "jeu des erreurs" fondé sur des situations de travail.

L'atelier pratique permet aux professionnels du bloc opératoire de s'approprier les bonnes pratiques de radioprotection des travailleurs et des patients par le biais d'une simulation dans des situations réelles en salle de bloc opératoire. Les participants doivent visualiser et identifier les erreurs volontairement glissées dans la simulation du bloc opératoire. Le débriefing final a pour objet de corriger et de rappeler les bonnes pratiques. L'outil propose les règles, la méthodologie et les étapes pour réaliser une simulation en équipe pluridisciplinaire. Ce document fait écho à l'une des recommandations du groupe de travail du [GPMED](#) sur les PIR au bloc opératoire : une sensibilisation large des professionnels avec des approches pédagogiques actives, pragmatiques et adaptées aux pratiques et contraintes professionnelles.

ESR en pratiques interventionnelles radioguidées, l'importance de la formation des professionnels à la maîtrise du dispositif médical

Un ESR ayant entraîné une radiodermite radique a été déclaré à l'ASN. Il est survenu à la suite de deux tentatives de pose d'un défibrillateur triple chambre à trois semaines d'intervalle qui se sont soldées par un échec de la pose. Le cardiologue a alors adressé le patient à un confrère du CHRU. La radiodermite s'est, par la suite, résolue sans complication.

L'analyse de cet événement a principalement mis en évidence une faiblesse du dispositif d'intégration et de formation des professionnels médicaux nouvellement recrutés. Une nouvelle organisation

a été mise en place afin de renforcer le parcours de formation de tout nouveau personnel recruté. Ce parcours formalisé prévoit notamment l'évaluation du niveau de maîtrise des règles et pratiques de radioprotection des praticiens, la réalisation des formations à la radioprotection des travailleurs et des patients, ainsi que l'habilitation à l'utilisation de l'amplificateur de brillance, l'enregistrement des attestations de formation, la mise à disposition des procédures/instructions de travail relatives à la radioprotection et la signature d'une charte de radioprotection.

Des niveaux de référence, pour les examens les plus courants, sont de plus en plus souvent élaborés au niveau local. Cette démarche permet, en outre, de fixer des niveaux d'alerte permettant de déclencher un suivi médical du patient adapté en fonction des niveaux de dose délivrée au patient. Les systèmes d'archivage et d'analyse de la dose au patient se déploient actuellement et facilitent l'élaboration des niveaux de référence et des niveaux d'alerte locaux par équipement et par type d'actes. Ces systèmes sont un atout pour la connaissance des doses précédemment reçues par le patient et son suivi.

Les contrôles de qualité externes réalisés sur les dispositifs médicaux sont généralement réalisés avec la bonne fréquence, et les non-conformités étaient levées, ou en cours de mise en conformité, le jour de l'inspection, aussi bien dans les blocs opératoires que dans les services d'imagerie interventionnelle.

• Plus précisément dans les blocs opératoires

Au bloc opératoire, les personnels médicaux ont une connaissance insuffisante des niveaux de référence pour les types d'acte pratiqué. Les arceaux de bloc, du fait de leur mobilité, sont plus rarement connectés aux systèmes d'archivage de l'établissement que les arceaux fixes des services d'imagerie interventionnelle.

5.3.3 Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées

Un système d'enregistrement des événements est dans plus de 75 % des sites inspectés, mis en place dans les établissements de santé. En 2019, 27 événements significatifs ont été déclarés dans ce domaine.

Parmi ces événements :

- 13 événements concernent des surexpositions de patients, ayant entraîné ou non des effets déterministes, tels qu'une alopecie transitoire (2) ou une radiodermite (1) ;
- 9 événements concernent des expositions de professionnels ;
- 5 événements concernent des patientes enceintes exposées lors d'un examen interventionnel radioguidé, ces femmes ignorant leur grossesse au moment de l'exposition.

Pour les ESR concernant les patients, la plupart des surexpositions étaient dues à des procédures longues, complexes. Certains de ces patients avaient eu plusieurs actes pour stabiliser leur maladie.

Pour les ESR concernant les professionnels, les surexpositions déclarées étaient dues à des expositions accidentelles : pour deux cas lors du rangement de l'appareil émettant des rayonnements ionisants (appareil sous tension), dans d'autres cas pendant une procédure chirurgicale (agents non protégés dont deux professionnelles enceintes).

Un professionnel a été exposé de manière importante au niveau des mains lors de pratiques interventionnelles radioguidées. La limite réglementaire d'exposition annuelle ayant été dépassée, cet ESR a été classé au niveau 1 de l'échelle INES. L'établissement concerné a fait l'objet d'une inspection début 2019.

Les autres cas concernent un dysfonctionnement de dosimètre, et une exposition volontaire d'un dosimètre.

Cette année, les déclarations d'ESR au bloc opératoire sont en progression, et plus nombreuses que pour les services d'imagerie interventionnelle (16 des 27 ESR). Les inspections de ces dernières années, réalisées principalement au bloc opératoire, ont permis une sensibilisation à la radioprotection des professionnels.

SYNTHÈSE

Dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées, l'ASN estime que les mesures qu'elle préconise depuis plusieurs années ne sont toujours pas suffisamment mises en œuvre pour améliorer la radioprotection des patients et des professionnels, notamment pour les actes de chirurgie réalisés dans les blocs opératoires. Des écarts réglementaires sont fréquemment relevés en inspection, tant du point de vue de la radioprotection des patients que de celle des professionnels, et des événements sont déclarés à l'ASN en raison de dépassements des limites de dose aux extrémités des praticiens interventionnels. L'état de la radioprotection est cependant nettement meilleur dans les services qui utilisent ces techniques depuis longtemps, par exemple dans les services d'imagerie où sont réalisées des activités de cardiologie et de neurologie interventionnelles. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels est nécessaire pour accompagner les professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les professionnels intervenant dans les blocs opératoires.

Pour l'ASN, la formation continue des professionnels et l'intervention du physicien médical constituent probablement les deux points-clé pour garantir la maîtrise des doses délivrées aux patients lors des actes interventionnels.

6. Le radiodiagnostic médical et dentaire

6.1 La présentation des équipements

Le **radiodiagnostic médical** est fondé sur le principe de l'atténuation différentielle des rayons X dans les organes et tissus du corps humain. Les informations sont recueillies sur des supports numériques permettant le traitement informatique des images obtenues, leur transfert et leur archivage.

Le radiodiagnostic est une des plus anciennes applications médicales des rayonnements ionisants ; il regroupe toutes les modalités d'exploration morphologique du corps humain utilisant les rayons X produits par des générateurs électriques. Occupant une grande place dans le domaine de l'imagerie médicale, il comprend diverses techniques (radiologie conventionnelle, radiologie associée à des pratiques interventionnelles, scanographie, mammographie) et une très grande variété d'examen (radiographie du thorax, scanner thoraco-abdomino-pelvien...).

La demande d'examen radiologique par le médecin doit s'inscrire dans une stratégie diagnostique tenant compte des informations déjà connues chez le patient, de la question posée, du bénéfice attendu pour le patient, du niveau d'exposition de l'examen et de l'historique des doses et des possibilités offertes par d'autres techniques d'investigation non irradiantes. Un guide à usage des médecins (*Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale*) précise les examens les plus appropriés à demander en fonction des situations cliniques.

6.1.1 Le radiodiagnostic médical

• La radiologie conventionnelle

La radiographie conventionnelle (réalisation de clichés radiographiques) représente, en nombre d'actes, la grande majorité des examens radiologiques réalisés.

Il s'agit principalement des examens du squelette, du thorax et de l'abdomen. La radiologie conventionnelle peut être mise en œuvre dans des installations fixes réservées au radiodiagnostic ou, ponctuellement, à l'aide d'appareils mobiles si la situation clinique du patient le justifie.

• L'angiographie

Cette technique utilisée pour l'exploration des vaisseaux sanguins fait appel à l'injection d'un produit de contraste radio-opaque dans les vaisseaux qui permet de visualiser l'arbre artériel (artériographie) ou veineux (phlébographie). Les techniques d'angiographie bénéficient d'un traitement informatique des images (de type angiographie de soustraction digitale).

• La mammographie

Compte tenu de la constitution de la glande mammaire et de la finesse des détails recherchés pour un diagnostic, des appareils spécifiques (mammographes) sont utilisés. Ils fonctionnent sous une faible tension et offrent une haute définition et un contraste élevé. Ils sont notamment utilisés dans le cadre du programme national de dépistage du cancer du sein.

L'ASN a été sollicitée et a rendu un avis favorable sur le projet de décision relative aux contrôles de qualité interne et externe des installations de mammographie numérique. Cette décision met à jour les contrôles réalisés sur des mammographes 2D et prévoit des contrôles de qualité externes sur les dispositifs de tomosynthèse.

En effet, la tomosynthèse, nouvelle technique d'imagerie tridimensionnelle du sein, se développe en Europe sans aucun contrôle qualité. Les évaluations de cette technique, en cours dans plusieurs États européens, devraient permettre d'en déterminer les avantages par rapport à la technique d'imagerie planaire

traditionnelle. À ce jour, cette technique n'est pas validée pour être employée dans le cadre du dépistage organisé du cancer du sein.

• La scanographie

Les appareils de scanographie, appelés aussi tomodesitomètres (TDM), utilisent un faisceau de rayons X émis par un tube qui se déplace selon une spirale autour du corps du patient (scanner hélicoïdal). S'appuyant sur un système informatique d'acquisition et de traitement d'images, ils permettent la reconstitution en trois dimensions des organes avec une qualité d'image très supérieure à celle des appareils de radiologie conventionnelle. Le nombre de rangées de détecteurs (scanner multicoupe ou scanner volumique) s'est accru sur les appareils récents, améliorant la finesse des coupes. Un examen peut comporter plusieurs acquisitions hélicoïdales sur une même région anatomique (avec ou sans injection de produit de contraste) ou sur différentes régions anatomiques.

Cette technique peut, comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM), être associée avec l'imagerie fonctionnelle fournie par la médecine nucléaire afin d'obtenir des images de fusion associant les informations fonctionnelles aux informations structurelles.

Les technologies développées ces dernières années rendent les examens plus faciles et plus rapides à réaliser, et ont entraîné une extension des possibilités d'exploration (exemple des acquisitions volumiques en mode dynamique) et des indications⁹). La mise sur le marché d'équipements de scanographie mobiles pour un usage peropératoire est à souligner, ainsi que l'augmentation des actes interventionnels radioguidés sous scanner.

En contrepartie, ces évolutions technologiques ont entraîné une multiplication des examens, responsables d'une augmentation des doses délivrées aux patients, renforçant la nécessité d'une déclinaison stricte des principes de justification et d'optimisation (voir chapitre 1). Des progrès techniques permettent toutefois un nouveau mode de reconstruction des images grâce à la reconstruction itérative. La scanographie peut ainsi bénéficier d'une réduction de dose pour une image de qualité constante. Les équipements peuvent également être dotés d'outils de réduction de dose.

• La téléradiologie

La téléradiologie offre la possibilité de conduire la réalisation et d'interpréter des examens de radiologie réalisés dans un site à distance. Les échanges doivent s'effectuer dans la stricte application de la réglementation (notamment de radioprotection, de qualité de réalisation et de transfert des images) et de la déontologie.

Deux modes d'échanges sont principalement pratiqués :

- le télédiagnostic, qui permet à un médecin de proximité (par exemple : médecin urgentiste), non radiologue, de réaliser l'examen puis de télétransmettre les images à un radiologue, en vue d'obtenir une interprétation. Le radiologue peut intervenir, le cas échéant au cours de l'examen, pour guider le manipulateur en électroradiologie dans la réalisation de l'examen et le recueil des images. Dans ce cas, le médecin de proximité est considéré comme le médecin réalisateur de l'acte et en assume la responsabilité ;
- la téléexpertise, qui est un échange d'avis entre deux radiologues, l'un demandant à l'autre « radiologue expert » à distance (téléradiologue) de confirmer ou d'infirmer un diagnostic, de déterminer une orientation thérapeutique ou encore de guider la réalisation de l'examen à distance. Les modes de transmission sont sécurisés et permettent le maintien du secret médical et de la qualité des images.

9. Une indication désigne un signe clinique, une maladie ou une situation affectant un patient, qui justifie l'intérêt d'un traitement médical ou d'un examen médical.

La décision relative à l'assurance qualité en imagerie médicale est entrée en vigueur au 1^{er} juillet 2019

En France, l'exposition à des fins médicales représente la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Cette exposition est en augmentation, principalement du fait du nombre accru d'examens avec scanner. Afin de maîtriser les doses délivrées aux patients bénéficiant d'examens d'imagerie médicale, et contribuer ainsi à une meilleure sécurité pour les patients, l'ASN a défini de nouvelles exigences en matière d'assurance de la qualité dans le domaine de l'imagerie médicale. La [décision de l'ASN n° 2019-DC-0660 du 15 janvier 2019](#) s'applique à la scanographie, aux pratiques interventionnelles radioguidées, à la médecine nucléaire diagnostique et à la radiologie conventionnelle et dentaire.

L'objectif principal de cette décision est la maîtrise des doses délivrées aux patients bénéficiant d'examens d'imagerie médicale. Le responsable de sa mise en œuvre est le responsable de l'activité nucléaire. La décision définit le système d'assurance qualité, formalise les processus de formation et d'habilitation au poste de travail, deux principes fondamentaux de radioprotection que sont la justification des actes et l'optimisation des doses, décrit les étapes du processus de retour d'expérience en renforçant l'enregistrement et l'analyse des événements susceptibles de conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes lors d'un acte d'imagerie médicale.

Cette décision s'applique selon une approche dite « graduée », proportionnée au risque radiologique pour les personnes exposées.

La téléradiologie met en œuvre des responsabilités multiples, qui doivent être précisées dans la convention qui lie le médecin réalisateur de l'acte au téléradiologue. L'acte de téléradiologie constitue un acte médical à part entière, comme tous les autres actes d'imagerie, et ne se résume pas à une simple interprétation à distance d'images. La téléradiologie s'inscrit donc dans l'organisation générale des soins encadrée par le code de la santé publique et obéit aux règles de déontologie en vigueur.

La [charte de téléradiologie](#) éditée par le Conseil professionnel de la radiologie française (G4) a été réactualisée en 2018. Cette troisième version⁽¹⁰⁾ fait évoluer la charte à la lumière des pratiques et de la réglementation en vigueur, en particulier en matière de données de santé à caractère personnel, et des recommandations de la CNIL. Elle précise l'organisation des deux volets de la téléradiologie (télédiagnostic et téléexpertise). Par ailleurs, un guide de bonnes pratiques relatif à la [qualité et sécurité des actes de téléimagerie](#)⁽¹¹⁾ a été publié en mai 2019 par la Haute Autorité de Santé. Il permet à la HAS une mise au point importante sur le bon usage des « examens d'imagerie médicale avec interprétation à distance ». Il a la particularité de traiter aussi de la télé médecine nucléaire, mise en place dans le but d'assurer un maillage homogène du territoire. Ce guide ne prend pas en compte la mammographie, qui ne peut être faite en téléradiologie, car elle nécessite un examen clinique de la patiente comprenant une palpation, ni la télé-échographie.

6.1.2 Le radiodiagnostic dentaire

• La radiographie intra-orale

Fixés le plus souvent sur un bras articulé, les générateurs de radiographie de type intra-oral (le détecteur radiologique est dans la bouche) permettent la prise de clichés planaires localisés des dents. Ils fonctionnent avec des tensions et intensités faibles et un temps de pose très bref, de l'ordre de quelques centièmes de seconde. Cette technique est le plus souvent associée à un système de traitement et d'archivage numérique de l'image radiographique.

• La radiographie panoramique dentaire

La radiographie panoramique dentaire (orthopantomographie) donne, sur une même image, l'intégralité des deux maxillaires par rotation du tube radiogène autour de la tête du patient durant quelques secondes.

• La tomographie volumique à faisceau conique

Dans le domaine de la radiologie dentaire, la tomographie volumique à faisceau conique (3D) se développe très rapidement dans tous les domaines, en raison de la qualité exceptionnelle des images délivrées (résolution spatiale de l'ordre de 100 microns). En contrepartie de performances diagnostiques supérieures, ces appareils délivrent des doses significativement plus élevées qu'en radiologie dentaire conventionnelle.

• Les appareils électriques portables générateurs de rayons X

L'ASN et la [Commission radioprotection dentaire](#) ont publié une [note d'information](#) en mai 2016 rappelant les règles liées à la détention et à l'utilisation d'appareils électriques portables générateurs de rayons X. « L'exécution d'examens radiologiques en dehors d'une salle aménagée, à cet effet, doit demeurer l'exception et être justifiée par des nécessités médicales impératives, limitées aux examens peropératoires ou pour des malades intransportables. La pratique de la radiologie en routine dans un cabinet dentaire pourvu d'une installation conforme ne saurait être conduite à l'aide d'appareils mobiles ou portatifs ».

Cette position est confortée par celle prise par l'Association européenne des autorités compétentes en radioprotection ([HERCA](#), *Heads of the European Radiological protection Competent Authorities*), pour qui l'utilisation de tels appareils devrait être réservée aux patients non valides, au secteur médico-légal et aux militaires sur les terrains d'actions ([Position Statement on use of handheld portable dental X-ray equipment](#) – HERCA, juin 2014).

6.2 Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire

• Les installations de radiologie

Une installation de radiologie comprend le plus souvent un générateur (bloc haute tension, tube radiogène) associé à un socle assurant le déplacement du tube (le statif), un poste de commande et une table ou un fauteuil d'examen.

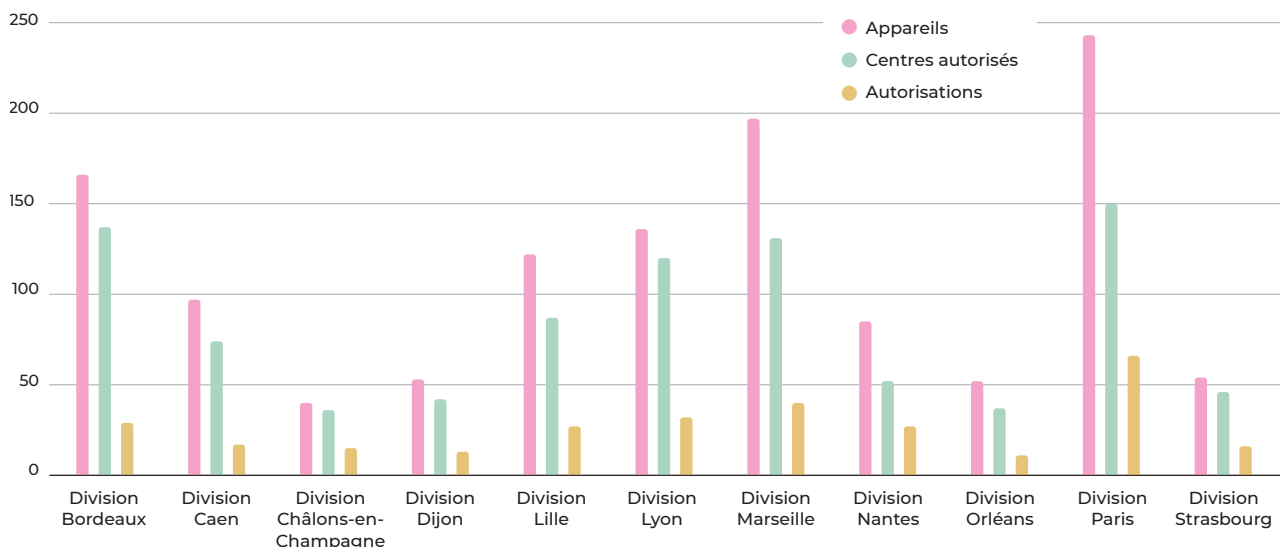
Les installations mobiles, mais utilisées couramment dans un même local, telles que les générateurs de rayons X utilisés dans les blocs opératoires, sont considérées comme des installations fixes.

10. sites.google.com/site/g4radiologie/vie-professionnelle/teleradiologie/guides-et-recommandations

11. has-sante.fr/jcms/c_2971634/fr/teleimagerie-guide-de-bonnes-pratiques

GRAPHIQUE 15

Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de scanners et du nombre d'autorisations créées ou remises en 2019



Les installations radiologiques doivent être aménagées conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 mentionnée au point 4.2. Cette décision s'applique à toutes les installations de radiologie médicale, y compris la scanographie et la radiologie dentaire. Sont exclus, cependant, les générateurs de rayons X servant uniquement à la radiographie au lit du patient excluant toute utilisation en mode scopie. Un rapport technique démontrant la conformité de l'installation aux exigences de la décision de l'ASN est à établir par le responsable de l'activité nucléaire.

6.3 L'état de la radioprotection : focus sur le scanner

Plus de 900 établissements détiennent 1 245 équipements et sont couverts par une autorisation de l'ASN. Le graphique 15 présente la répartition des scanners par zone géographique couverte par les divisions territoriales de l'ASN, ainsi que la répartition des 293 autorisations instruites en 2019.

Dans un [rapport](#) publié en septembre 2018, l'IRSN relève que l'âge moyen du parc de scanners est plus élevé dans le secteur public que dans le secteur privé.

En 2019, 38 inspections ont été réalisées par les divisions territoriales de l'ASN. Elles ont porté spécifiquement sur des sites ayant des scanners prenant en charge des patients arrivés aux urgences (que le scanner soit dédié à cette activité ou non).

Ces inspections ont concerné 15 établissements de soins ; elles se sont appuyées sur la [décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 26 janvier 2019](#), relative à l'assurance de la qualité en imagerie médicale.

La majorité des établissements inspectés relèvent du secteur public (14/15). Seuls 2 d'entre eux disposent d'un scanner dédié à l'activité des urgences. Selon les informations recueillies, le nombre d'actes moyen est de l'ordre de 8 000 par an et par scanner.

Globalement, l'organisation du service des urgences incluant l'accès au scanner, notamment en nuit profonde (minuit-6 heures du matin), est formalisée dans la plupart des établissements (11/15). Des procédures précisent les modalités de prise en charge des patients.

Des fiches de poste existent pour chaque catégorie de professionnels. Huit des 15 établissements ont formé plus de 85 % de leurs professionnels à la radioprotection et les autres en ont formé de 65 à 85 %. Le parcours d'habilitation au poste de travail reste cependant à définir.

Une demande est normalement établie pour chaque examen avec la validation d'un radiologue ou d'un téléradiologue (cas dans un établissement). En revanche, aucune procédure n'est formalisée.

L'organisation de la physique médicale est systématiquement décrite dans un POPM, mais le temps alloué au physicien médical pour l'exercice de ses missions est jugé insuffisant lors des inspections de l'ASN.

Une démarche d'optimisation est en place (protocoles d'examen optimisés, recueil et analyse des NRD...), avec l'utilisation d'un DACS (*Dose Archiving and Communication System*) dans la moitié des établissements inspectés.

Les contrôles de qualité du scanner sont réalisés aux fréquences imposées et les non-conformités, lorsqu'elles existent, sont levées.

Les événements de radioprotection sont déclarés et analysés dans la moitié des établissements inspectés.

SYNTHÈSE

Vu l'expansion du parc des scanners, les examens diagnostiques faisant appel à un appareil de scanographie contribuent de façon très importante à la dose collective reçue par la population, l'imagerie médicale étant la première source de expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. La justification médicale de ces actes reste encore insuffisamment opérationnelle, du fait d'une formation très insuffisante des médecins demandeurs, voire du manque de disponibilité des autres modalités diagnostiques (IRM, échographie). L'ASN a publié en juillet 2018 un [deuxième plan d'action pour la maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes en imagerie médicale](#). Ce plan vise à renforcer la mise en œuvre de la justification des actes et de l'optimisation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients.

6.4 Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire

285 événements significatifs de radioprotection ont été déclarés dans le domaine du diagnostic médical et dentaire :

- 91 en radiologie conventionnelle dont 56 chez des femmes ignorant leur grossesse ;
- 2 en radiologie dentaire ;
- 192 en scanographie.

7. Les irradiateurs de produits sanguins

7.1 Description

L'irradiation de produits sanguins est pratiquée pour prévenir des réactions post-transfusionnelles chez les patients recevant une transfusion sanguine. L'irradiation délivre à la poche de sang une dose d'environ 20 à 25 grays.

Depuis 2009, les irradiateurs à sources ont été progressivement remplacés par des générateurs électriques de rayons X, soumis à déclaration à l'ASN depuis 2015. En 2019, le parc d'irradiateurs comprenait 29 appareils équipés de générateurs électriques de rayons X.

8. Synthèse et perspectives

En 2019, l'ASN considère que l'état de la radioprotection dans le domaine médical est resté stable, aucune défaillance majeure n'a été détectée dans les domaines de la radioprotection des professionnels, des patients, de la population et de l'environnement. Néanmoins, des progrès sont encore nécessaires, par exemple, pour mieux anticiper l'arrivée de nouveaux équipements, de nouvelles pratiques et de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques, mais aussi pour améliorer le niveau de culture de radioprotection chez des utilisateurs non spécialistes des rayonnements ionisants. Tel est le cas des chirurgiens, appelés de plus en plus à réaliser des actes radioguidés dans les blocs opératoires.

L'année 2019 a été marquée par la mise à jour progressive du cadre réglementaire concernant la radioprotection des patients, avec les publications de plusieurs décisions de l'ASN, en particulier celles concernant l'assurance de la qualité en imagerie médicale, la modification des dispositions d'entrée en vigueur de la décision relative à la formation à la radioprotection des patients et la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques.

L'ASN va poursuivre le développement de son programme d'inspection, en priorité dans les secteurs de la radiothérapie, de la médecine nucléaire et des pratiques interventionnelles radioguidées. La préparation en 2019 du nouveau régime d'enregistrement applicable aux pratiques interventionnelles radioguidées à enjeu et aux scanners s'inscrit dans la perspective de l'approche graduée développée par l'ASN.

L'ASN a publié les recommandations concernant le déversement des radionucléides artificiels dans les réseaux publics d'assainissement, des propositions sont en cours, sur le plan de la gestion des effluents contaminés, pour accompagner le développement annoncé des traitements du cancer fondés sur l'administration de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques.

Pour l'imagerie, un comité de retour d'expérience pour étudier ces événements a été mis en place ; la mise au point d'une échelle de communication applicable aux événements significatifs de radioprotection, à l'instar de celle existant depuis 2008 en radiothérapie ([échelle ASN-SFRO](#)) est toujours envisagée.

Ils concernent principalement des femmes ignorant leur grossesse (116), des défaillances (erreur d'identitovigilance, de protocoles...) dans les pratiques (61), ainsi que des situations d'exposition de professionnels (8). La détection par les professionnels d'un éventuel état de grossesse nécessite d'être renforcé.

7.2 Les règles techniques applicables aux installations

Un irradiateur de produits sanguins doit être installé dans un local dédié dont l'aménagement permet d'assurer la protection physique (incendie, inondation, effraction...). L'accès à l'appareil, dont le pupitre de commande doit pouvoir être verrouillé, doit être limité aux seules personnes habilitées à l'utiliser.

L'aménagement des locaux accueillant des irradiateurs équipés de générateurs électriques de rayons X doit être conforme aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#).

En radiothérapie, médecine nucléaire, pratiques interventionnelles radioguidées, l'ASN suit les travaux sur la réforme des autorisations portés par la Direction générale de l'offre de soins et est particulièrement attentive au déploiement des audits cliniques annoncés par les professionnels. Les travaux permettant de mieux anticiper et maîtriser les changements organisationnels et techniques ont repris en 2019, avec des centres de radiothérapie volontaires, et le concours des professionnels, des fédérations hospitalières et des institutions sanitaires.

Un Comité d'analyse des nouvelles pratiques ou techniques utilisant des rayonnements ionisants (Canpri) a été mis en place en 2019. Il est composé de membres provenant de sociétés savantes et associations professionnelles intervenant en radiothérapie et en imagerie médicale ainsi que des institutions sanitaires. Sa première analyse porte sur une disposition associant une technologie d'auto-blindage à un accélérateur linéaire. En cours de marquage CE, ce dispositif médical de neurochirurgie pourrait amener à alléger l'environnement de ce type d'accélérateur et il est nécessaire de s'assurer du maintien de la radioprotection des travailleurs.

La réalisation, en partenariat avec un établissement de santé, d'un outil pédagogique de sensibilisation à la radioprotection des professionnels des blocs opératoires inaugure une approche nouvelle de l'ASN s'inscrivant dans le cadre de sa mission d'information des publics pour poursuivre l'amélioration de la radioprotection des professionnels et des patients.

Pour la première fois, l'ASN a participé à un congrès européen de santé publique afin de sensibiliser à la radioprotection ces spécialistes influents dans les établissements de santé et les institutions sanitaires, du monde associatif intervenant auprès des populations et des patients. Par ce biais, des contacts ont été pris avec l'École des hautes études en santé publique, afin de sensibiliser à la radioprotection les internes en santé publique et les élèves directeurs d'hôpitaux.

08



LES SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS ET LES UTILISATIONS INDUSTRIELLES, VÉTÉRINAIRES ET EN RECHERCHE DE CES SOURCES

1	Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants	232
1.1	Les utilisations des sources radioactives scellées	
1.1.1	Le contrôle de paramètres physiques	
1.1.2	L'activation neutronique	
1.1.3	Les autres applications courantes	
1.2	Les utilisations des sources radioactives non scellées	
1.3	Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants	
1.3.1	Les principales applications industrielles	
1.3.2	Le radiodiagnostic vétérinaire	
1.3.3	Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants	
2	L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires	237
2.1	Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants	
2.2	Les activités non justifiées ou interdites	
2.2.1	L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction	
2.2.2	L'application du principe de justification pour les activités existantes	
2.3	Les évolutions réglementaires	
2.3.1	Le renforcement de la réglementation des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants	
2.3.2	La mise en place d'un contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance	
2.4	Les autorisations et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires	
2.4.1	La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales	
2.4.2	Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables	
2.4.3	Les statistiques de l'année 2019	
3	L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire	247
3.1	La radiographie industrielle	
3.1.1	Les équipements utilisés	
3.1.2	L'évaluation de la radioprotection dans les activités de radiographie industrielle	
3.2	Les irradiateurs industriels	
3.2.1	Les équipements utilisés	
3.2.2	L'état de la radioprotection	
3.3	Les accélérateurs de particules	
3.3.1	Les équipements utilisés	
3.3.2	L'état de la radioprotection	
3.4	Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées	
3.4.1	Les équipements utilisés	
3.4.2	L'état de la radioprotection	
4	Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN	256
4.1	Les enjeux	
4.2	Les cyclotrons	
4.3	Les autres fournisseurs de sources	
5	Conclusion et perspectives	257

Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources

Le secteur industriel et la recherche utilisent depuis longtemps des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications et de lieux d'utilisation. L'enjeu de la [réglementation](#) relative à la [radioprotection](#) est de contrôler que la protection des travailleurs, du public et de l'environnement est correctement assurée. Cette protection passe notamment par la maîtrise de la [gestion des sources](#), souvent mobiles et utilisées sur les chantiers, et par le suivi de leurs conditions de détention, d'utilisation et d'élimination, depuis leur fabrication jusqu'à leur fin de vie. Elle passe également par la responsabilisation et le contrôle d'acteurs centraux : les fabricants et les fournisseurs des sources.

La mise à jour en cours du cadre réglementaire des activités nucléaires inscrit dans le [code de la santé publique](#) conduit à un renforcement du principe de justification, la prise en compte des radionucléides naturels, la mise en œuvre d'une approche plus graduée au niveau des régimes administratifs

et la mise en place des actions de protection des sources contre les actes de malveillance. Ces évolutions réglementaires ont commencé à apporter des modifications substantielles dans le contrôle des activités industrielles, de recherche et vétérinaires depuis janvier 2019. Elles concernent notamment l'[extension du régime déclaratif](#) à certaines activités nucléaires mettant en œuvre des sources radioactives et vont se poursuivre de manière progressive dans les années à venir.

Les rayonnements utilisés proviennent soit de radionucléides – essentiellement artificiels – en sources scellées ou non, soit d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants. Les applications présentées dans ce chapitre concernent la fabrication et la distribution de toutes les sources, les [utilisations industrielles](#), de [recherche](#) et [vétérinaires](#) (les activités médicales sont présentées dans le chapitre 7) et les activités ne relevant pas du régime des installations nucléaires de base (celles-ci sont présentées dans les chapitres 10, 11 et 12).

1. Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants

1.1 Les utilisations des sources radioactives scellées

Les sources radioactives scellées sont définies comme les sources dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant. Leurs principales utilisations sont présentées ci-après.

1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques

Le principe de fonctionnement des appareils de contrôle de paramètres physiques est l'atténuation du signal émis : la différence entre le signal émis et le signal reçu permet d'évaluer l'information recherchée.

Les radionucléides les plus couramment employés sont le carbone-14, le cobalt-60, le krypton-85, le césium-137, le prométhéum-147 et l'américium-241. Les activités des sources sont comprises entre quelques kilobecquerels (kBq) et quelques gigabecquerels (GBq).

Les sources sont utilisées à des fins de :

- mesure d'empoussièrement de l'atmosphère : l'air est filtré en permanence sur un ruban défilant à vitesse contrôlée, interposé entre la source et le détecteur. L'intensité du rayonnement reçu par le détecteur est fonction du taux d'empoussièrement du filtre, ce qui permet de déterminer ce taux.

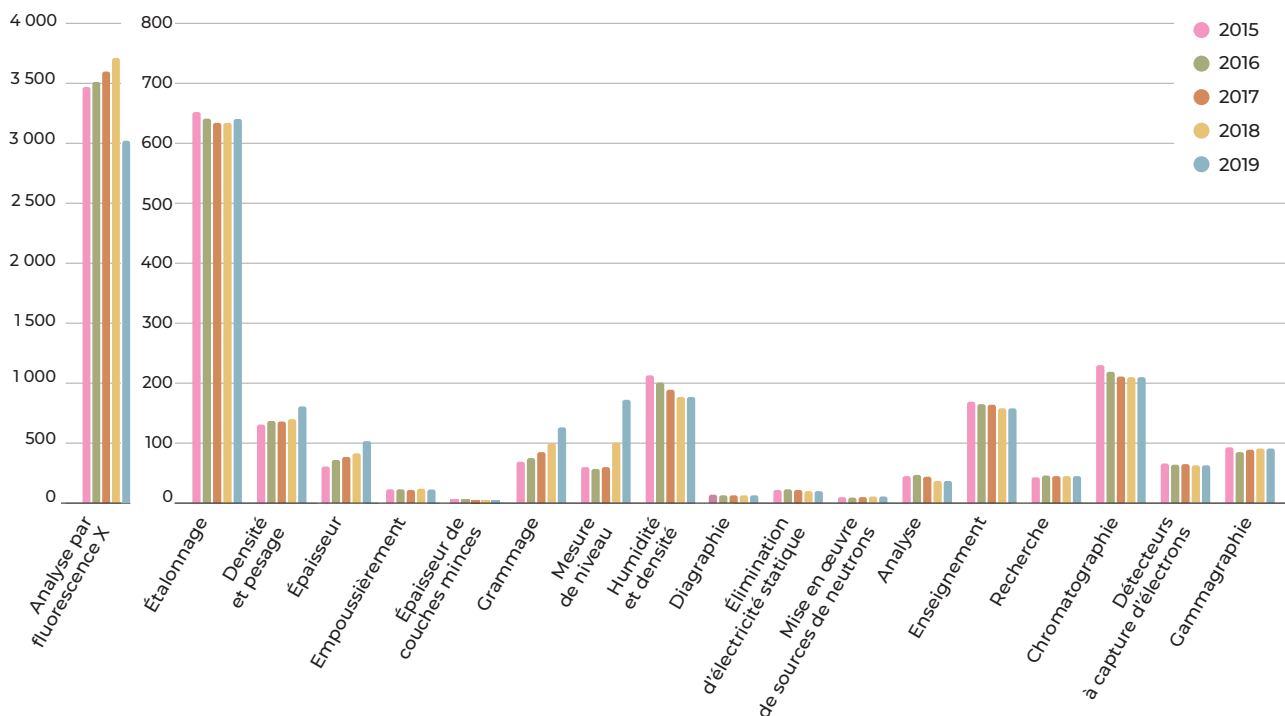
- Les sources utilisées le plus fréquemment sont des sources de carbone-14 (d'une activité de 3,5 MBq – mégabecquerels) ou de prométhéum-147 (d'une activité 9 MBq). Ces mesures sont réalisées pour assurer une surveillance de la qualité de l'air, par le contrôle de la teneur en poussières des rejets d'usines ;
- mesure de grammage de papier : un faisceau de rayonnement bêta traverse le papier et est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal sur ce détecteur permet de connaître la densité du papier, et donc son grammage. Les sources utilisées sont, en général, constituées de krypton-85, ou de prométhéum-147, avec des activités ne dépassant pas 3 GBq ;
 - mesure de niveau de liquide : un faisceau de rayonnement gamma traverse le conteneur dans lequel se trouve un liquide. Il est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal mesurée sur ce détecteur permet de connaître le niveau de remplissage du conteneur et de déclencher automatiquement certaines opérations (arrêt/poursuite du remplissage, alarme...). Les radionucléides utilisés dépendent des caractéristiques du contenant et du contenu. On utilise en général, selon le cas, des sources d'américium-241 (d'une activité 1,7 GBq) ou de césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 37 MBq) ;
 - mesure de densité et de pesage : le principe est le même que pour les deux précédentes mesures. Les sources utilisées sont, en général, en américium-241 (d'une activité de 2 GBq), en césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 100 MBq) ou en cobalt-60 (d'une activité de 30 GBq) ;

- mesure de densité et d'humidité des sols (gammadensimétrie), en particulier dans l'agriculture et les travaux publics. Ces appareils fonctionnent avec une source de césium-137 et un couple de sources d'américium-béryllium;
- diagraphie permettant d'étudier les propriétés géologiques des sous-sols par introduction d'une sonde de mesure comportant une source de cobalt-60, de césium-137, d'américium-241 ou de californium-252. Certaines sources utilisées sont des sources scellées de haute activité.

GRAPHIQUE 1A

Utilisation des sources radioactives scellées

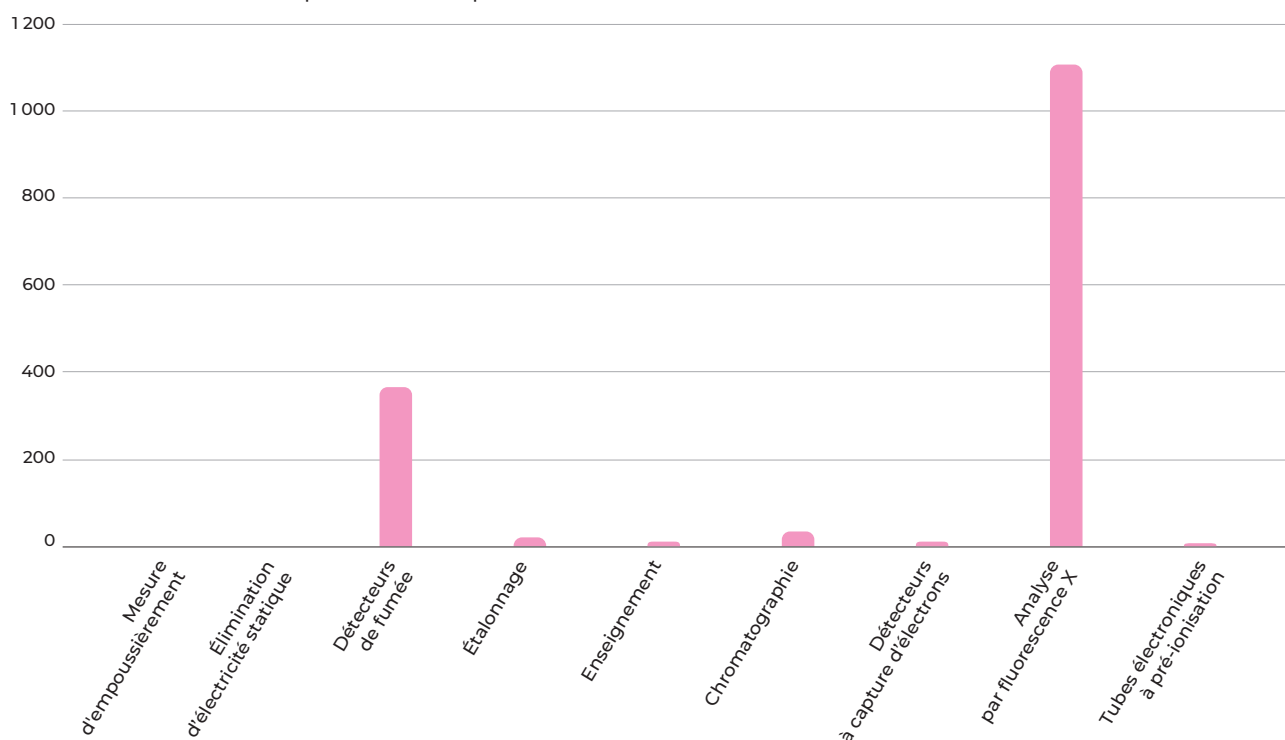
Nombre d'établissements autorisés



GRAPHIQUE 1B

Répartition des déclarations par finalité d'utilisation en 2019

Nombre d'établissements disposant d'un récépissé de déclaration



1.1.2 L'activation neutronique

L'activation neutronique consiste à irradier un échantillon par un flux de neutrons pour en activer les atomes. Le nombre et l'énergie des photons gamma émis par l'échantillon en réponse aux neutrons reçus sont analysés. Les informations recueillies permettent de déduire la concentration des atomes dans la matière analysée.

Cette technologie est utilisée en archéologie pour caractériser des objets anciens, en géochimie pour la prospection minière et dans l'industrie (étude de la composition des semi-conducteurs, analyse des crus cimentiers).

Compte tenu de l'activation de la matière analysée, elle nécessite une vigilance particulière sur la nature des objets analysés. En effet, les [articles R. 1333-2 et R.1333-3 du code de la santé publique](#) interdisent l'utilisation, pour la fabrication des biens de consommation et des produits de construction, des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire, lorsque ceux-ci sont contaminés ou susceptibles de l'être par des radionucléides, y compris par activation (voir point 2.2.1).

1.1.3 Les autres applications courantes

Des sources radioactives scellées peuvent être également mises en œuvre pour :

- l'irradiation industrielle, notamment utilisée en stérilisation (voir point 3.2.1) ;
- la gammagraphie qui est une technique de contrôle non destructif (voir point 3.3.1) ;
- l'élimination de l'électricité statique ;
- l'étalonnage d'appareils de mesure de la radioactivité (métrologie des rayonnements) ;
- l'enseignement, lors de travaux pratiques sur les phénomènes de radioactivité ;
- la détection par capture d'électrons. Cette technique met en œuvre des sources de nickel-63 dans des chromatographes en phase gazeuse et permet la détection et le dosage de différents éléments chimiques ;
- la spectrométrie de mobilité ionique utilisée dans des appareils, souvent portatifs, permettant la détection d'explosifs, de drogues ou de produits toxiques ;
- la détection par fluorescence X. Cette technique trouve son utilisation en particulier dans la détection du plomb dans les peintures. Les appareils portatifs aujourd'hui utilisés contiennent

des sources de cadmium-109 (d'une période de 464 jours) ou de cobalt-57 (d'une période de 270 jours). L'activité de ces sources peut aller de 400 MBq à 1 500 MBq. Cette technique, qui utilise un nombre important de sources radioactives sur le territoire national (près de 4 000 sources), découle d'un dispositif législatif de prévention du saturnisme infantile, qui impose un contrôle de la concentration en plomb dans les peintures dans les immeubles à usage d'habitation construits avant le 1^{er} janvier 1949, lors de toute vente, de tout nouveau contrat de location ou des travaux affectant substantiellement les revêtements dans des parties communes.

Les graphiques 1A et 1B précisent respectivement le nombre d'établissements autorisés ou déclarés mettant en œuvre des sources radioactives scellées dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution au cours des cinq dernières années.

Il convient de noter :

- qu'un même établissement peut exercer plusieurs de ces activités et, dans ce cas, il apparaît pour chacune de ses activités dans le graphique 1A et dans les graphiques suivants ;
- que la répartition pour une même finalité d'utilisation entre les régimes d'autorisation et de déclaration (sources scellées et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants) n'est à ce stade pas stabilisée, car les changements d'actes administratifs concernant les activités nucléaires nouvellement soumises à déclaration depuis le 1^{er} janvier 2019, vont s'étaler jusqu'au 31 décembre 2023 (voir point 2.4.2).

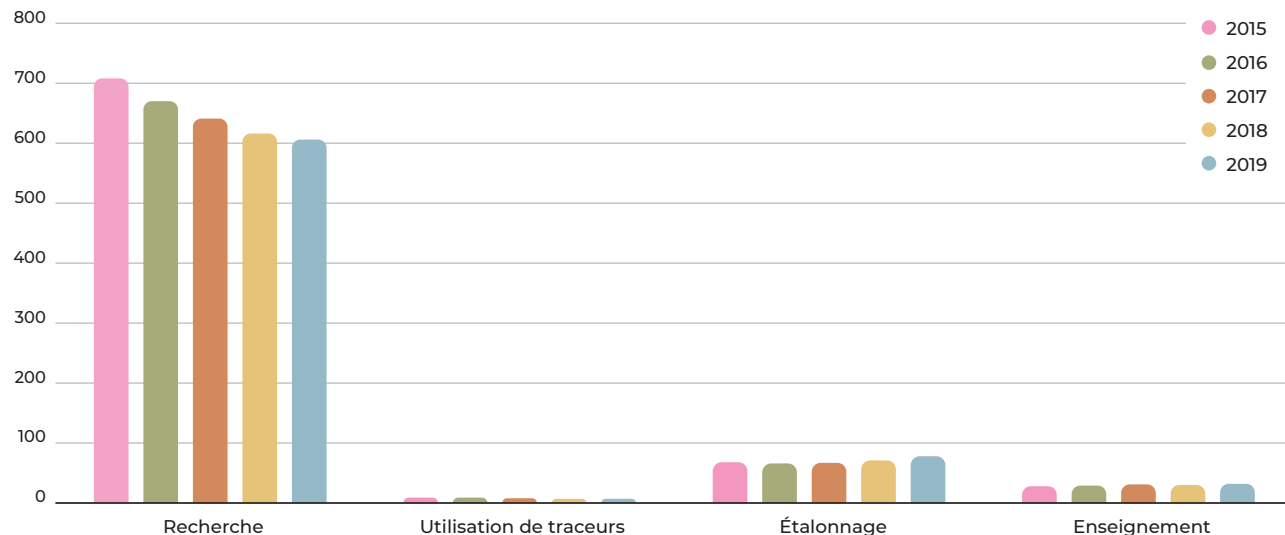
1.2 Les utilisations des sources radioactives non scellées

Les principaux radionucléides utilisés sous forme de sources non scellées dans les applications non médicales sont le phosphore-32 ou 33, le carbone-14, le soufre-35, le chrome-51, l'iode-125 et le tritium. Ils sont notamment employés dans le secteur de la recherche et les établissements pharmaceutiques. Ils sont un outil puissant d'investigation en biologie cellulaire et moléculaire. L'utilisation de traceurs radioactifs incorporés à des molécules est très courante en recherche biologique. Quelques utilisations sont relevées dans le milieu industriel, comme traceurs ou à des fins d'étalonnage ou d'enseignement. Les sources non scellées servent de traceurs pour des mesures

GRAPHIQUE 2

Utilisation des sources radioactives non scellées

Nombre d'établissements autorisés



d'usure, de recherche de fuites, de frottement, de construction de modèles hydrodynamiques, ainsi qu'en hydrologie.

Le nombre d'établissements autorisés à utiliser des sources non scellées au 31 décembre 2019 est de 723.

Le graphique 2 précise le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées dans les applications recensées ces cinq dernières années.

1.3 Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

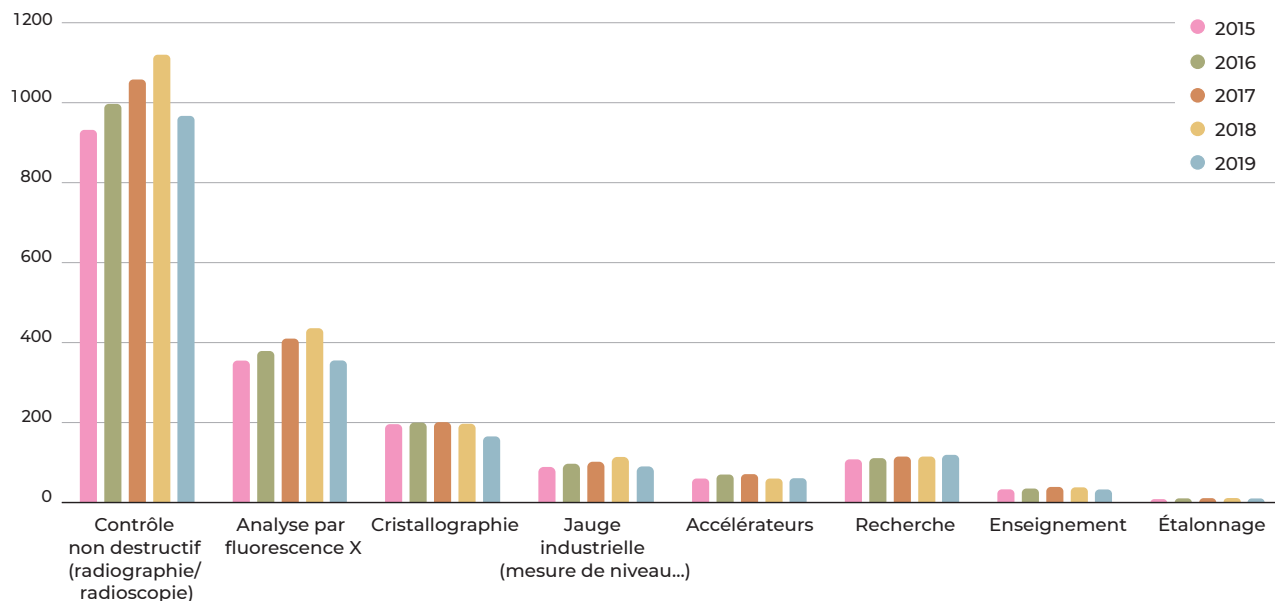
1.3.1 Les principales applications industrielles

Dans l'industrie, les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont utilisés principalement dans le domaine du [contrôle non destructif](#), où ils se substituent à des dispositifs qui contiennent des sources radioactives.

GRAPHIQUE 3A

Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants (hors secteur vétérinaire)

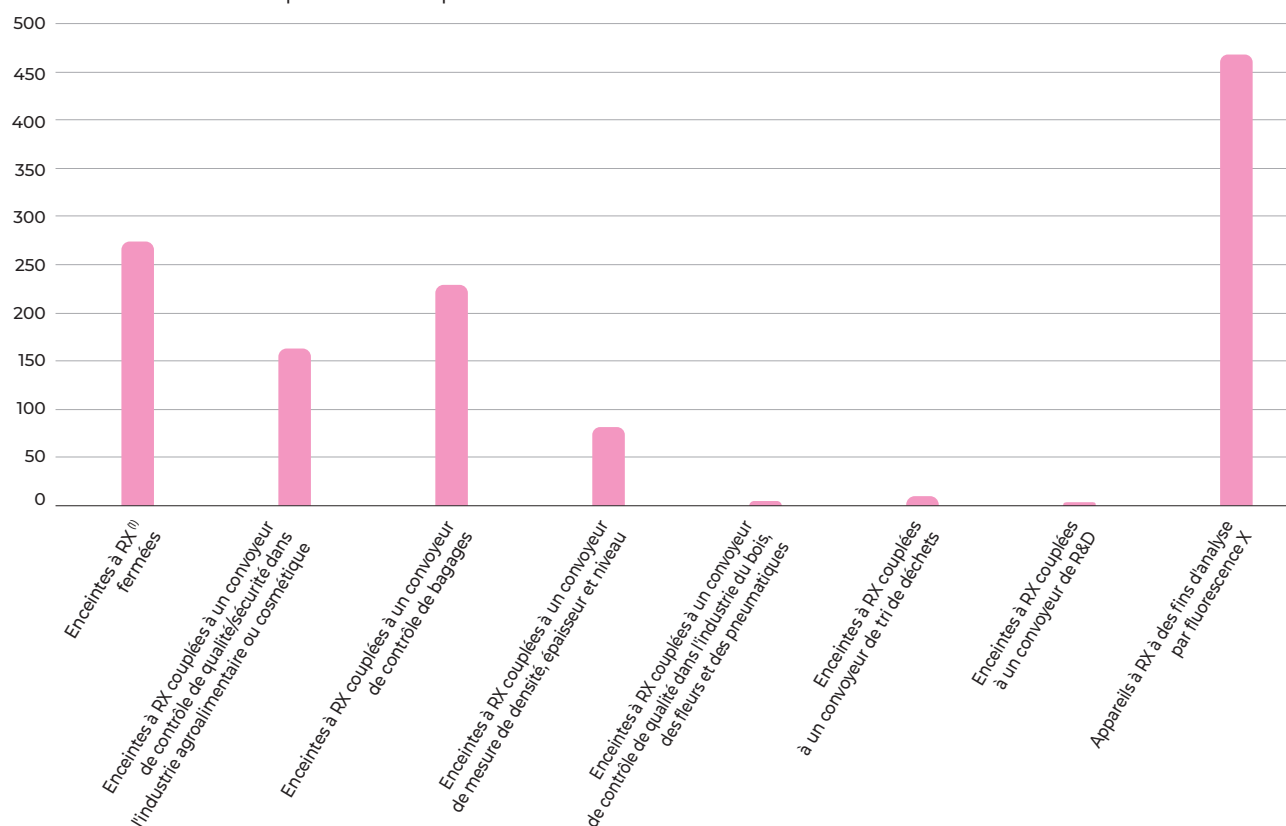
Nombre d'établissements autorisés



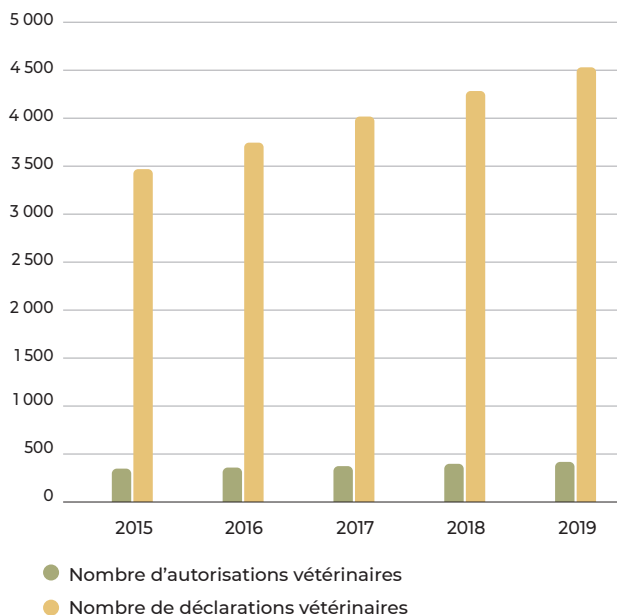
GRAPHIQUE 3B

Répartition des déclarations de générateurs de rayonnements ionisants par finalité d'utilisation en 2019

Nombre d'établissements disposant d'un récépissé de déclaration



1. RX = rayons X.

GRAPHIQUE 4**Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants pour les activités vétérinaires**

Les graphiques 3A et 3B précisent respectivement le nombre d'établissements autorisés ou déclarés mettant en œuvre des appareils électriques générant des rayonnements ionisants dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution durant les cinq dernières années. Cette évolution est étroitement liée aux modifications réglementaires qui ont progressivement mis en place un nouveau régime d'autorisation ou de déclaration pour l'utilisation de ces appareils. À ce jour, la régularisation de la situation des professionnels concernés est très largement engagée dans de nombreux secteurs d'activité.

Les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont principalement des générateurs de rayons X. Ils sont utilisés dans l'industrie, pour des analyses structurales non destructives (techniques d'analyse comme la tomographie, la diffractométrie appelée aussi radio-cristallométrie...), les vérifications de la qualité des cordons de soudure ou le contrôle de la fatigue des matériaux (notamment en aéronautique).

Ces appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont également utilisés comme jauges industrielles (mesure de remplissage de fûts, mesure d'épaisseur...), pour le contrôle de conteneurs de marchandises ou de bagages, et également pour la détection de corps étrangers dans les produits alimentaires.

L'augmentation des types d'appareils disponibles sur le marché s'explique notamment par le fait qu'ils se substituent, lorsque c'est possible, aux appareils contenant des sources radioactives. Les avantages procurés par cette technologie en matière de radioprotection sont notamment liés à l'absence totale de rayonnements ionisants lorsque le matériel n'est pas utilisé. Leur utilisation, en revanche, conduit à des niveaux d'exposition des travailleurs qui sont tout à fait comparables à ceux dus à l'utilisation d'appareils à source radioactive.

• Le contrôle de bagages

Que ce soit pour une vérification systématique des bagages ou pour déterminer le contenu de colis suspects, les rayonnements ionisants sont utilisés en permanence lors des contrôles de sécurité. Les plus petits et les plus répandus de ces appareils sont installés aux postes d'inspection et de filtrage des aéroports, dans les musées, à l'entrée de certains bâtiments...

Les appareils dont la section du tunnel est plus importante sont utilisés pour le contrôle des bagages de grande taille et le contrôle de bagages en soute dans les aéroports, mais également lors des contrôles du fret aérien. Cette gamme d'appareils est complétée par des tomographes, qui permettent d'obtenir une série d'images en coupe de l'objet examiné.

La limitation de la zone d'irradiation à l'intérieur de ces appareils est matérialisée parfois par des portes mais le plus souvent seulement par un ou plusieurs rideaux plombés.

• Les scanners corporels à rayons X

Cette application est présentée à titre indicatif, puisque l'utilisation de scanners à rayons X sur les personnes pour des contrôles de sécurité est interdite en France (en application de l'[article L. 1333-18 du code de la santé publique](#)). Certaines expérimentations ont été menées en France avec des technologies d'imagerie non ionisantes (ondes millimétriques).

• Le contrôle de produits de consommation

Depuis quelques années, l'utilisation d'appareils permettant la détection de corps étrangers dans certains produits de consommation se développe, comme la recherche d'éléments indésirables dans les produits alimentaires ou les produits cosmétiques.

• L'analyse par diffraction X

Les laboratoires de recherche s'équipent de plus en plus souvent de ce type de petits appareils qui sont autoprotégés. Des dispositifs expérimentaux utilisés en vue d'analyse par diffraction X peuvent cependant être composés de pièces provenant de divers fournisseurs (goniomètre, porte échantillon, tube, détecteur, générateur haute tension, pupitre...) et assemblées par l'expérimentateur lui-même.

• L'analyse par fluorescence X

Les appareils portables à fluorescence X sont destinés à l'analyse de métaux et d'alliages.

• La mesure de paramètres

Les appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont utilisés comme jauges industrielles pour réaliser des mesures de niveau de bouteilles, de fûts, des détections de fuites, des mesures d'épaisseur, des mesures de densité...

• Le traitement par irradiation

Plus généralement utilisés pour réaliser des irradiations, les appareils autoprotégés existent en plusieurs modèles, qui peuvent parfois différer uniquement par la taille de l'enceinte autoprotégée, les caractéristiques du générateur de rayons X restant les mêmes.

• La radiographie industrielle

La radiographie à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux est détaillée au point 3.1.

1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire

En 2019, la profession compte 18 548 praticiens vétérinaires, environ 12 500 employés non vétérinaires (comptabilisés en équivalents temps plein) et 8 053 établissements. Les vétérinaires utilisent des appareils de radiodiagnostic dans un cadre similaire à celui des appareils utilisés en médecine humaine. Les activités de radiodiagnostic vétérinaire portent essentiellement sur les animaux de compagnie :

- environ 5 500 structures vétérinaires françaises seraient équipées d'au moins un appareil ;
- une cinquantaine de scanners sont utilisés dans les applications vétérinaires à ce jour.

D'autres pratiques issues du milieu médical sont également mises en œuvre dans des centres spécialisés : la scintigraphie, la curiethérapie ainsi que la radiothérapie externe ou encore la radiologie interventionnelle.

Les soins pratiqués sur les animaux de grande taille (majoritairement les chevaux) requièrent l'utilisation d'appareils plus puissants dans des locaux spécialement aménagés (radiographie du bassin par exemple) et l'utilisation de générateurs de rayons X portables utilisés dans des locaux, dédiés ou non, ainsi qu'à l'extérieur.

Afin d'établir une meilleure adaptation du niveau des exigences réglementaires, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a introduit un [régime de déclaration](#) en 2009 pour les activités dites « canines » présentant de plus faibles enjeux de radioprotection (voir point 2.4.2). Cette simplification a conduit à la régularisation de la situation administrative d'un nombre croissant de structures vétérinaires (voir graphique 4) avec plus de 90% des établissements déclarés ou autorisés.

Les appareils utilisés dans le secteur vétérinaire proviennent parfois du secteur médical. Cependant, la profession s'équipe de plus en plus d'appareils neufs développés spécifiquement pour ses besoins.

Depuis plusieurs années, la situation administrative des structures vétérinaires est en constante amélioration. Fin 2019, l'ASN dénombre près de 4 948 structures déclarées ou autorisées sur environ 5 500 structures vétérinaires identifiées comme mettant en œuvre des rayonnements ionisants sur le territoire.

Parmi les activités vétérinaires, celles réalisées sur les grands animaux et à l'extérieur des établissements vétérinaires spécialisés (dites « en conditions de chantier ») sont jugées comme celles comportant le plus d'enjeux de radioprotection, notamment par rapport aux personnes extérieures à la structure vétérinaire qui participent à ces interventions (propriétaires et lads). Les inspections de ces structures vétérinaires réalisées par l'ASN ont permis d'identifier des axes d'amélioration pour lesquels l'ASN reste vigilante lors de l'instruction des demandes d'autorisation et des inspections :

- le suivi des travailleurs par dosimétrie opérationnelle et les contrôles internes de radioprotection ;
- la mise en place du zonage radiologique ;
- la nécessité de renforcer la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent aux diagnostics radiologiques.

Les activités de radiologie conventionnelle réalisées sur des animaux de compagnie (activités dites « canines ») comportent de plus faibles enjeux de radioprotection mais concernent un nombre très important d'établissements. Dans le cadre de sa démarche graduée, qui consiste à adapter les modalités de contrôle aux enjeux de radioprotection, l'ASN a mené en 2015 et 2016 une campagne de contrôle expérimentale qui faisait appel à des modes de contrôle dématérialisés. La [campagne](#) a eu lieu dans sept départements (Aisne, Allier, Aube, Cantal, Haute-Loire, Pas-de-Calais et Puy-de-Dôme) et a concerné 463 établissements vétérinaires. Cette expérimentation, menée en étroite collaboration avec le [Conseil supérieur de l'ordre vétérinaire](#), est jugée positivement par l'ASN qui étudiera l'opportunité de reconduire ce type de contrôle dans d'autres domaines.

Au cours de cette campagne, l'ASN n'a pas relevé de lacunes majeures, sauf exception, et estime que l'organisation de la radioprotection dans les structures canines est globalement satisfaisante. Cette organisation mériterait cependant d'être renforcée sur les points suivants :

- les contrôles externes de radioprotection et le traitement formalisé des non-conformités qui peuvent être décelées à cette occasion ;
- la vérification de la conformité des locaux de radiologie ;
- la fréquence d'intervention de certaines personnes compétentes en radioprotection (PCR) externes.

Par ailleurs, lors de ses différentes actions de contrôle, l'ASN a pu constater le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation et ont relevé de bonnes pratiques de terrain dans les structures vétérinaires inspectées, notamment :

- la présence de PCR internes dans la plupart des structures ;
- le suivi des travailleurs par dosimétrie passive ;
- l'utilisation quasi systématique d'équipements de protection individuelle ;
- une démarche d'optimisation des conditions de réalisation des diagnostics menée dans presque toutes les structures réalisant des radiodiagnostic sur les grands animaux.

En complément de la démarche de contrôle dématérialisée précitée, des actions locales de contrôle *in situ* restent menées de manière régulière par les divisions territoriales de l'ASN, par exemple la [division de Strasbourg](#) qui a réalisé en 2019 une dizaine d'inspections des établissements vétérinaires mettant en œuvre des rayonnements ionisants.

La forte implication de la profession à l'échelle nationale pour harmoniser les pratiques, sensibiliser et former des élèves vétérinaires, élaborer des documents cadres et des guides est un élément jugé très positif par l'ASN, qui participe régulièrement à des rencontres avec les instances nationales de la profession (plus particulièrement avec la Commission de radioprotection vétérinaire) en collaboration avec la Direction générale du travail (DGT).

1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Cette catégorie d'appareils couvre l'ensemble des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants autres que ceux précités et qui ne sont pas concernés par les critères d'exemption d'autorisation et de déclaration fixés à l'[article R. 1333-106 du code de la santé publique](#).

Cette catégorie comprend notamment les appareils générant des rayonnements ionisants mais qui ne sont pas utilisés pour cette propriété : les implanteurs d'ions, les appareils à soudure à faisceau d'électrons, les klystrons, certains lasers, certains dispositifs électriques comme des tests de fusible haute tension.

Enfin, certaines applications utilisent des accélérateurs de particules (voir point 3.3.1).

2. L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires

2.1 Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants

L'ASN est l'autorité qui accorde les autorisations, reçoit les déclarations et délivrera les décisions d'enregistrement, suivant le régime applicable à l'activité nucléaire concernée.

Toutefois, afin de simplifier les démarches administratives des exploitants d'installations déjà autorisées dans le cadre d'un autre régime, le code de la santé publique prévoit des dispositions spécifiques. Cela concerne notamment :

- les sources radioactives détenues, fabriquées et/ou utilisées dans les installations autorisées au titre du code minier (son [article L.162-1](#)) ou, pour les sources radioactives non scellées,

détenues, fabriquées et/ou utilisées dans les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) relevant des [articles L. 511-1 à L. 517-2 du code de l'environnement](#), qui bénéficient d'un régime d'autorisation. Le préfet est chargé de prévoir, dans les autorisations qu'il délivre, des prescriptions relatives à la radioprotection compte tenu des activités nucléaires exercées sur le site ;

- les installations et activités intéressant la défense nationale, pour lesquelles l'Autorité de sûreté nucléaire de défense ([ASND](#)) est en charge de la réglementation des aspects relatifs à la radioprotection ;
- les installations autorisées au titre du régime des installations nucléaires de base ([INB](#)). L'ASN réglemente les sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants nécessaires au fonctionnement de ces installations dans le cadre de ce régime. La détention et l'utilisation des autres sources détenues sur le périmètre de l'INB restent soumises à autorisation, au titre de l'[article R. 1333-118 du code de la santé publique](#).

Ces dispositions ne dispensent pas le bénéficiaire du respect des prescriptions du code de la santé publique, et en particulier de celles relatives à l'acquisition et à la cession des sources ; elles ne s'appliquent pas aux activités de distribution, importation et exportation de sources radioactives, qui restent soumises à une autorisation de l'ASN au titre du code de la santé publique.

Depuis la publication du [décret n° 2014-996 du 2 septembre 2014](#) modifiant la nomenclature des ICPE, certains établissements précédemment autorisés, par arrêté préfectoral, au titre du code de l'environnement pour la détention et l'utilisation de sources radioactives scellées se trouvent désormais réglementés par l'ASN. Les prescriptions applicables pour ces installations sont donc désormais celles du code de la santé publique. La disposition de l'article 4 du décret précité, qui prévoyait que l'autorisation ou la déclaration délivrée au titre de l'ancienne rubrique 1715 continuait à valoir autorisation ou déclaration au titre du code de la santé publique, sous réserve qu'aucune modification ne soit apportée à l'activité nucléaire, pour une durée maximale de cinq ans, soit, au plus tard, jusqu'au 4 septembre 2019 est maintenant caduque. Ces établissements doivent donc disposer d'une autorisation ou d'un récépissé de déclaration délivrés au titre du code de la santé publique.

Seuls les établissements détenant des substances radioactives sous forme non scellée ou gérant des [déchets radioactifs](#) en quantité supérieure à 10 m³ pour l'une ou l'autre de ces activités sont soumis au régime des installations classées (hors secteur médical et accélérateurs de particules). Les éventuelles sources radioactives sous forme scellée également détenues ou utilisées par ces établissements sont réglementées par l'ASN.

Les matières nucléaires font l'objet d'une réglementation spécifique prévue à l'[article L. 1333-1 et suivants du code de la défense](#). L'application de cette réglementation est contrôlée par le ministre de la Défense pour les matières nucléaires destinées aux besoins de la défense et par le ministre chargé de l'énergie pour les matières destinées à tout autre usage.

2.2 Les activités non justifiées ou interdites

2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction

Le code de la santé publique indique notamment « *qu'est interdit tout ajout de radionucléides [...] dans les biens de consommation et les produits de construction* » (article R. 1333-2). Ainsi, le commerce d'accessoires contenant des sources de tritium tels que les montres, porte-clés, équipements de chasse (dispositifs de visée)

ou de navigation (compas de relèvement) ou des équipements pour la pêche en rivière (détecteurs de touches) est notamment proscrit. L'article R. 1333-4 du même code prévoit que des dérogations à ces interdictions peuvent, si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent, être accordées par arrêté du ministre chargé de la santé et, selon le cas, du ministre chargé de la consommation ou du ministre chargé de la construction, après avis de l'ASN et du Haut Conseil de la santé publique ([HCSP](#)).

L'ASN estime que ce dispositif de dérogation réglementaire doit rester très limité. Il a été mis en œuvre pour la première fois en 2011 dans le cadre d'une demande de dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique dans plusieurs cimenteries ([arrêté du 18 novembre 2011](#) des ministres chargés de la santé et de la construction, [avis n° 2011-AV-0105 de l'ASN du 11 janvier 2011](#) et [avis n° 2011-AV-0124 de l'ASN du 7 juillet 2011](#)). Il a été utilisé en 2014 dans le cas des ampoules contenant de très petites quantités de substances radioactives (krypton-85 ou thorium-232) et utilisées principalement pour des applications nécessitant de très hautes intensités lumineuses comme dans les lieux publics ou les environnements professionnels, ou encore pour certains véhicules ([arrêté du 12 décembre 2014](#) des ministres chargés de la santé et de la construction, [avis n° 2014-AV-0211 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)).

Un refus de dérogation a également été prononcé pour l'addition de radionucléides (tritium) dans certaines montres ([arrêté du 12 décembre 2014](#), [avis n° 2014-AV-0210 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)).

La liste des biens de consommation et des produits de construction concernés par une demande de dérogation en cours ou pour lesquels une dérogation est accordée est publiée sur le site Internet du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)).

En 2017, la dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique a été renouvelée pour dix ans pour deux cimenteries, la troisième cimenterie visée par l'arrêté initial de 2011 ayant fermé ([arrêté du 19 avril 2017](#) des ministres chargés respectivement de la santé et de la construction, [avis n° 2017-AV-0292 de l'ASN du 7 mars 2017](#)). En 2019, deux dérogations pour l'utilisation d'appareils d'analyse neutronique ont été accordées, la première pour une troisième cimenterie du groupe Lafarge-Holcim (arrêté des ministres chargés de la santé et de la transition écologique du 4 décembre 2019, [avis n° 2019-AV-0333 de l'ASN du 1^{er} août 2019](#)) et la seconde pour le Tunnel Euralpin Lyon Turin (arrêté des ministres chargés de la santé et de la transition écologique du 19 août 2019, [avis n° 2019-AV-0326 de l'ASN du 21 mai 2019](#)). Une troisième demande concernant le renouvellement de la dérogation accordée en 2014 pour l'ajout de radionucléides dans les lampes à décharge a reçu un avis favorable de l'ASN ([avis n° 2019-AV-0340 de l'ASN du 26 septembre 2019](#)).

2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes

La justification des activités existantes doit être périodiquement réévaluée en fonction des connaissances et de l'évolution des techniques, en application du principe décrit au point 2.4.1. Lorsque les activités ne sont plus justifiées au regard du bénéfice apporté ou au regard d'autres technologies non ionisantes apportant un bénéfice comparable, elles doivent être retirées du marché. Suivant le contexte technique et économique, notamment lorsqu'une substitution de technologie est nécessaire, une période transitoire pour le retrait définitif du marché peut s'avérer nécessaire.

• Les détecteurs de fumée contenant des sources radioactives

Des appareils contenant des sources radioactives sont utilisés depuis plusieurs décennies pour détecter la fumée dans les bâtiments, dans le cadre de la politique de lutte contre les incendies. Plusieurs types de radionucléides ont été employés (américium-241, plutonium-238, radium-226). L'activité des sources utilisées ne dépasse pas 37 kBq pour les plus récentes d'entre elles et la structure de l'appareil empêche, en utilisation normale, toute propagation de substances radioactives dans l'environnement.

De nouvelles technologies non ionisantes se sont progressivement développées pour ce type de détection. Des appareils optiques fournissent désormais une qualité de détection comparable, qui permet de répondre aux exigences réglementaires et normatives de détection d'incendie. L'ASN considère donc que les appareils de détection de fumée utilisant des sources radioactives ne sont plus justifiés et que les sept millions de détecteurs ioniques de fumée répartis sur 300 000 sites doivent être progressivement remplacés.

Le dispositif réglementaire encadrant ce retrait a été mis en place par l'[arrêté du 18 novembre 2011](#) et les deux décisions de l'ASN [n° 2011-DC-0252](#) et [n° 2011-DC-0253](#) du 21 décembre 2011.

Ce dispositif réglementaire vise à :

- planifier sur dix ans les opérations de retrait ;
- encadrer les opérations de maintenance ou de retrait, qui nécessitent le respect de certaines précautions en matière de radioprotection des travailleurs ;
- prévenir tout démontage incontrôlé et organiser les opérations de reprise afin d'éviter le choix d'une mauvaise filière d'élimination, voire l'abandon des détecteurs ;
- effectuer un suivi du parc de détecteurs.

Huit ans après la mise en œuvre du nouveau dispositif réglementaire pour les activités de dépose et de maintenance des détecteurs de fumée ioniques, l'ASN a délivré, au 31 décembre 2019, 367 récépissés de déclaration et huit autorisations nationales (délivrées à des groupes industriels disposant au total de 120 agences) pour les activités de dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation (DFCI) et de maintenance des systèmes de sécurité incendie. De plus, cinq entreprises sont autorisées à effectuer des opérations de démantèlement de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation, garantissant ainsi une filière d'élimination pour tous les détecteurs existants.

En ce qui concerne le suivi du parc des détecteurs ioniques, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a mis en place, en 2015, en collaboration avec l'ASN, un système informatique permettant aux professionnels intervenant dans ce champ d'activité (mainteneurs, installateurs ou entreprises de dépose) de télétransmettre des rapports annuels d'activité. Les informations transmises restent toutefois insuffisamment exhaustives pour permettre de dresser un bilan.

L'ASN entretient des relations étroites avec l'association QUALDION, créée en 2011, qui labellise les établissements respectant la réglementation relative à la radioprotection et celle relative à la sécurité incendie. La liste des entreprises labellisées QUALDION est disponible sur [Internet](#). Elle participe avec elle à des campagnes de communication auprès des détenteurs de détecteurs ioniques et des professionnels (salon Expoprotection, salon des maires...).

• Les parasurtenseurs

Les parasurtenseurs (parfois appelés parafofoudres), à ne pas confondre avec les paratonnerres, sont de petits objets, très faiblement radioactifs, utilisés pour protéger les lignes téléphoniques des surtensions en cas de foudre. Il s'agit de dispositifs étanches, souvent en verre ou céramique, enfermant un petit volume d'air

contenant des radionucléides pour pré-ioniser l'air et ainsi faciliter l'amorçage électrique. L'utilisation de ces objets a progressivement été abandonnée depuis la fin des années 1970, mais le nombre de parasurtenseurs à déposer, collecter et éliminer, reste très important (plusieurs millions d'unités). Ces appareils ne présentent pas, lorsqu'ils sont installés, de risques d'exposition pour les personnes. Un risque très faible d'exposition et/ou de contamination peut exister si ces objets sont manipulés sans précaution ou s'ils sont détériorés. L'ASN l'a rappelé à l'entreprise Orange (anciennement France Télécom), qui a engagé un processus expérimental de recensement, dépose, tri, entreposage et élimination des parasurtenseurs dans la région Auvergne et a proposé un plan national de dépose et d'élimination. Ce plan a été présenté à l'ASN et a conduit à la délivrance, en septembre 2015, d'une autorisation encadrant le retrait de l'ensemble des parafofoudres contenant des radionucléides présents sur le réseau d'Orange sur le territoire national et leur entreposage sur des sites identifiés. La recherche d'une filière d'élimination est en cours, en collaboration avec l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ([Andra](#)). Ce plan de retrait est mis en œuvre de manière progressive, avec un calendrier sur huit ans.

• Les paratonnerres

Les paratonnerres radioactifs ont été fabriqués et installés en France entre 1932 et 1986. L'interdiction de la commercialisation des paratonnerres radioactifs a été prononcée en 1987. Le démontage des paratonnerres radioactifs déjà installés n'a pas été rendu obligatoire par cet arrêté. Aussi, hormis dans certaines ICPE ([arrêté du 15 janvier 2008](#) qui fixait une date limite de retrait au 1^{er} janvier 2012) et dans certaines installations relevant du ministre de la Défense ([arrêté du 1^{er} octobre 2007](#) qui fixait une date limite de retrait au 1^{er} janvier 2014), il n'y a pas à ce jour d'obligation de dépose des paratonnerres radioactifs installés sur le territoire français.

L'ASN souhaite cependant le retrait des paratonnerres radioactifs existants et leur prise en charge par l'Andra, compte tenu des risques qu'ils peuvent présenter, notamment en fonction de leur état physique. Elle sensibilise depuis plusieurs années les professionnels aux enjeux de radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a renforcé cette action en rappelant leurs obligations aux professionnels concernés, notamment celle de disposer d'une autorisation de l'ASN pour l'activité de dépose et d'entreposage des paratonnerres, en application des articles L. 1333-1 et 2, L. 1333-8, R. 1333-104 du code de la santé publique. Des actions de contrôle sur le terrain des sociétés impliquées dans la reprise de ces objets sont menées par l'ASN, et ont été renforcées par des inspections inopinées sur les chantiers de dépose.

L'Andra estime à 40 000 le nombre de paratonnerres radioactifs qui ont été installés en France. Près de 10 000 ont déjà fait l'objet d'une dépose et d'une reprise par l'Andra. Le rythme annuel de dépose est d'environ 350 par an.

2.3 Les évolutions réglementaires

2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants

L'ASN considère que les fournisseurs de générateurs électriques de rayonnements ionisants font l'objet d'un encadrement réglementaire encore insuffisant, alors que la mise sur le marché d'appareils revêt une importance première pour l'optimisation de l'exposition ultérieure des utilisateurs. Les travaux menés par l'ASN dans ce domaine, et pour l'instant orientés vers l'utilisation de ces générateurs, notamment en enceintes, ont conduit à la publication de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#) fixant les règles techniques minimales de conception

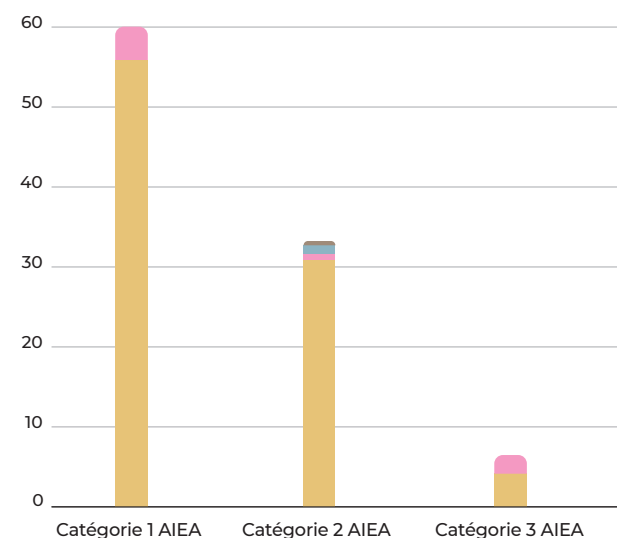
Catégorisation des sources radioactives

Les sources radioactives ont été [classées dès 2011 par l'AIEA](#), sur la base de scénarios d'exposition définis, en cinq catégories, de 1 à 5, en fonction de leur capacité à créer des effets néfastes précoces sur la santé humaine si elles ne sont pas gérées d'une manière sûre et sécurisée. Les sources de la catégorie 1 sont considérées comme extrêmement dangereuses et celles de la catégorie 5 comme très peu susceptibles d'être dangereuses. Les sources de catégorie 1 à 3 sont considérées, à des degrés divers, comme dangereuses pour les personnes.

Cette catégorisation se fonde uniquement sur la capacité des sources à créer des effets déterministes dans certains scénarios d'exposition et ne doit donc en aucun cas être considérée comme la justification d'une absence de danger pour une exposition à une source de catégorie 4 ou 5, une telle exposition pouvant être à l'origine d'effets stochastiques à plus long terme. Dans tous les cas, les principes de justification et d'optimisation doivent donc être respectés. Ces travaux de l'AIEA ont été repris en annexe du code de la santé publique modifié par le [décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Toutefois, les catégories 4 et 5 de l'AIEA ont été regroupées dans la catégorie D de ce code.

GRAPHIQUE 5

Répartition du contrôle de la protection des sources contre les actes de malveillance



- Ministère de la Défense
- HFDS (Haut fonctionnaire de défense et de sécurité)
- ASN
- ASN et HFDS

Les sources de catégorie A du code de la santé publique (CSP) sont les sources de catégorie 1 AIEA.

Les sources de catégorie B du CSP sont :

- les sources de catégorie 2 AIEA, et
- les sources de catégorie 3 AIEA contenues dans un dispositif mobile ou portable.

Les sources de catégorie C du CSP sont les sources de catégorie 3 AIEA non contenues dans un dispositif mobile ou portable.

auxquelles doivent répondre les installations dans lesquelles sont utilisés des rayons X.

Cette décision est entrée en vigueur le 1^{er} octobre 2017. Elle remplace la décision n° 2013-DC-0349 de l'ASN du 4 juin 2013 sans créer d'exigences supplémentaires pour les installations déjà conformes. Elle concerne des installations du domaine industriel et scientifique (recherche) comme la radiographie industrielle en casemate par rayonnements X, la radiologie vétérinaire. Elle prend en compte le retour d'expérience et fixe les objectifs à atteindre en matière de radioprotection en retenant une approche graduée au regard des risques.

L'ASN estime que ces dispositions, exclusivement liées à la mise en œuvre des appareils, doivent être complétées par des dispositions relatives à leur conception même.

En effet, il n'existe pas, pour les appareils électriques utilisés à des fins non médicales, d'équivalent au marquage CE obligatoire pour les dispositifs médicaux, attestant de la conformité à plusieurs normes européennes qui couvrent divers aspects, dont la radioprotection. Par ailleurs, le retour d'expérience montre qu'un grand nombre d'appareils ne disposent pas d'un certificat de conformité aux normes applicables en France. Ces normes sont obligatoires depuis de nombreuses années mais certaines de leurs exigences sont devenues en partie obsolètes ou inapplicables du fait de l'absence de révisions récentes.

Sur la base des travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire central des industries électriques (LCIE), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et l'IRSN, des projets visant à définir les exigences minimales de radioprotection pour la conception des appareils électriques générant des rayonnements X ont été élaborés et une consultation technique informelle des parties prenantes (fournisseurs, fabricants français et étrangers, principaux utilisateurs) a été conduite en 2015. L'analyse des différentes contributions a été menée, avec l'appui de l'IRSN et des différents acteurs de référence (CEA et LCIE). Les conclusions de ces travaux seront prises en compte afin d'adapter le cadre réglementaire et de soumettre à autorisation la distribution des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants, au même titre que celle des sources radioactives. En 2019, l'ASN a travaillé à divers scénarios réglementaires permettant d'encadrer la conception des appareils de radiologie industrielle qui doivent maintenant être discutés avec la DGT.

2.3.2 La mise en place d'un contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

Si les mesures de sûreté et de radioprotection prévues par la réglementation permettent de garantir un certain niveau de protection des sources de rayonnements ionisants face au risque d'[actes malveillants](#), elles ne peuvent être considérées comme suffisantes. Un renforcement du contrôle de la protection contre les actes de malveillance utilisant des sources radioactives scellées a donc été encouragé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui a publié dans ce domaine un [code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives](#), approuvé en 2003 et complété depuis par deux guides d'application. Dès 2004, la France confirmait à l'AIEA qu'elle travaillait à l'application des orientations énoncées dans ce code de conduite.

• L'organisation retenue pour le contrôle de la protection contre les actes de malveillance

La maîtrise des risques en matière de radioprotection, de sûreté et de lutte contre la malveillance présente de nombreuses interfaces. En général, les homologues de l'ASN à l'étranger sont chargés de contrôler ces trois domaines.

En France, la protection contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires mises en œuvre dans certaines installations dites d'importance vitale car concourant à des productions indispensables à l'exercice du fonctionnement de la nation, est pilotée par un service placé sous l'autorité du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère en charge de l'énergie (HFDS – ministère de la Transition écologique et solidaire).

Les évolutions réglementaires adoptées depuis début 2016 ont conduit à une organisation du contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance (ci-après appelée « contrôle de la sécurité des sources ») qui tient compte des dispositifs de contrôle préexistants en confiant :

- au service du HFDS du ministère en charge de l'énergie le contrôle de la sécurité des sources dans les installations dont la sécurité relève déjà de son contrôle ;
- au ministère de la Défense le contrôle des sources dans les emprises placées sous son autorité ;
- à l'ASN le contrôle de la sécurité des sources détenues par les autres responsables d'activités nucléaires.

Le processus nécessaire à la mise en place de ce contrôle, engagé en 2008 par le Gouvernement avec le concours de l'ASN, a abouti à [l'ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016 puis au [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Ces textes qui modifient le code de la santé publique, répartissent les compétences de contrôle dans les diverses installations comme indiqué ci-dessus, et incluent la protection contre les actes de malveillance dans les enjeux dont doivent tenir compte les responsables d'activités nucléaires et les services instructeurs des demandes d'autorisation.

• Les sources et installations concernées

Le contrôle de la sécurité des sources porte sur l'ensemble des sources de rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des dispositifs susceptibles de provoquer une exposition. La majorité des dispositions réglementaires sont cependant prises pour

renforcer la sécurité des sources présentant les plus forts enjeux de sécurité : il s'agit des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C au sens de la catégorisation retenue par le code de la santé publique, directement issue de celle de l'AIEA. Les exigences de protection sont proportionnées à la dangerosité intrinsèque des sources. L'approche graduée veut donc que les obligations soient plus fortes pour les sources (ou lots de sources) de catégorie A que pour celles de catégorie C. Les sources ne relevant pas des catégories A, B et C sont classées en catégorie D.

On dénombre, dans le secteur civil, un peu plus de 5 000 sources chez les utilisateurs, présentant de tels enjeux de sécurité, réparties dans quelque 250 installations en France. Ces sources sont détenues essentiellement à des fins industrielles (irradiation, radiographie, mesures...), ou médicales (télégammathérapie, curiethérapie notamment). Du fait de leurs déplacements fréquents sur chantier, l'utilisation des sources de radiographie industrielle présente des enjeux particuliers.

En raison de leur regroupement lors des périodes d'entreposage, des sources d'une catégorie peuvent, ensemble, relever d'une catégorie supérieure et donc faire l'objet de dispositions de sécurité renforcées.

• Les travaux réglementaires

Le décret modifiant la partie réglementaire du code de la santé publique pris en application de [l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) ([décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire) a été publié le 4 juin 2018. Il comporte plusieurs dispositions portant sur la protection des sources contre les actes de malveillance, notamment :

- la classification en catégorie A, B, C ou D des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives (R. 1333-14) ;
- la déclaration sans délai à différentes autorités administratives, notamment les forces de l'ordre territorialement compétentes, de tout acte de malveillance, tentative d'acte de malveillance

Retour sur les premiers contrôles liés à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

En 2019, au cours des inspections menées par l'ASN dans les établissements détenant des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, les quatre premières dispositions réglementaires, applicables depuis le 1^{er} juillet 2018, relatives à leur protection contre des actes de malveillance, ont été vérifiées dans 60 établissements industriels et 21 établissements médicaux. Il en ressort les conclusions suivantes :

- la **classification des sources** ou lots de sources radioactives dans les différentes catégories a été réalisée dans un peu moins de la moitié des établissements (42 % pour le secteur industriel et 53 % pour le secteur médical), le reste des sites n'ayant procédé à cette classification que de manière partielle (respectivement 28 % et 40 %), ou pas du tout (respectivement 30 % et 6 %) ;
- les **autorisations individuelles** que doit délivrer le responsable de l'activité nucléaire afin de permettre l'accès à ces sources ou à ces lots de sources radioactives, leur convoyage, ou l'accès aux informations relatives aux moyens ou mesures permettant de les protéger, n'ont été que peu accordées. En effet, seuls 30 % des établissements industriels en sont pourvus correctement et aucun établissement médical ne les a délivrées de manière satisfaisante. Les dispositions sont

respectées partiellement pour 20 % des sites industriels et 20 % des établissements médicaux : les autorisations ne sont ainsi délivrées qu'à une partie des personnes en ayant besoin ou sans tenir compte des besoins réels d'en disposer. Dans les autres cas, (respectivement 50 % et 80 %), aucune autorisation n'a été accordée ;

- toutefois, les **mesures prises pour empêcher l'accès non autorisé** aux sources ont été jugées satisfaisantes pour la grande majorité des établissements industriels (97 %), alors que pour le secteur médical seul un peu plus d'un tiers des établissements répond aux mesures applicables à ce jour (38 %). L'appréciation de ces performances évoluera certainement une fois que les dispositifs de protection (en particulier physiques) prescrits par l'arrêté du 29 novembre 2019 relatif à la protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance, seront applicables ;
- enfin, les **inventaires des sources détenues** par les établissements sont en majorité cohérents avec l'inventaire national tenu par l'IRSN (correspondance totale dans 72 % des cas pour le secteur industriel et 73 % pour le secteur médical) permettant ainsi une identification rapide du détenteur et du lieu de détention, en cas de besoin.

Groupe de réflexion international sur les technologies alternatives

Les sources radioactives présentent, pour leurs utilisateurs comme pour le public et l'environnement, des enjeux de radioprotection et de sécurité qui doivent être pris en compte dès la phase de réflexion préalable à la mise en œuvre d'une activité nucléaire. Ainsi, en France, lorsque des technologies présentant des enjeux moindres qu'une activité nucléaire sont disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, elles doivent être mises en œuvre en lieu et place de l'activité nucléaire initialement envisagée : c'est le principe de justification.

Sur cette base, la France, dès 2014, puis à l'occasion du Sommet mondial sur la sécurité nucléaire à Washington en avril 2016, a été à l'origine d'un engagement international désormais soutenu par 31 États et par Interpol. L'objet est de conforter la recherche et le développement de technologies n'utilisant pas de sources radioactives scellées de haute activité et de promouvoir leur mise en œuvre.

Dans ce cadre, depuis avril 2015, l'ASN est à l'origine, avec la *National Nuclear Security Administration* (États-Unis), d'un groupe de réflexion informel impliquant plusieurs États sur le thème de la substitution des sources radioactives de haute activité par des technologies alternatives. L'ambition de ce groupe, qui se réunit annuellement, est de favoriser la prise de conscience

de l'intérêt de telles alternatives et de partager le retour d'expérience de chaque État en la matière. L'ASN y a notamment présenté les opérations menées par l'Établissement français du sang pour remplacer, en application du principe de justification, ses irradiateurs utilisant des sources radioactives par des irradiateurs électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également permis à la Confédération française pour les essais non destructifs de présenter l'avancement de ses travaux en matière de substitution de la gammagraphie par d'autres technologies de contrôles non destructifs.

En décembre 2018, lors de la Conférence internationale sur la sécurité nucléaire organisée par l'AIEA, plusieurs présentations et deux tables rondes ont abordé le sujet des technologies alternatives et rappelé la pertinence de ce groupe de réflexion.

Les réunions du groupe de réflexion se sont poursuivies en 2019. D'autres exploitants étrangers ont pu faire part de leur expérience, notamment l'utilisation d'irradiateurs électriques émettant des rayons X pour des activités de recherche. Ces réunions régulières permettent de mettre en évidence tant des initiatives réussies de mise en œuvre de technologies alternatives que des difficultés dans le développement ou la mise en œuvre de ces technologies qui devront faire l'objet de réflexions additionnelles et travaux complémentaires.

ou perte portant sur une source de rayonnements ionisants ou lot de sources radioactive de catégorie A, B ou C (R. 1333-22);

- la transmission sous pli séparé spécialement identifié des éléments de nature à faciliter des actes de malveillance (R. 1333-130);
- les autorisations nominatives et écrites à délivrer aux personnes ayant accès aux sources de rayonnements ionisants ou lots de sources radioactives de catégorie A, B ou C, procédant à leur convoyage ou accédant aux informations portant sur la protection contre les actes de malveillance de telles sources ou lots de sources (R. 1333-148).

Le groupe de travail piloté par le HFDS du ministère chargé de l'environnement auquel contribue l'ASN, a poursuivi et finalisé en 2019 ses travaux d'élaboration d'un projet d'arrêté ministériel visant à fixer des prescriptions techniques et organisationnelles pour protéger les sources de rayonnements ionisants (ou lots de sources) contre les actes de malveillance. Ces travaux ont pu profiter des constats faits au cours des quelque 250 visites de repérage que l'ASN a réalisées entre 2011 et 2016. Des industriels et parties prenantes ont été conviés à la fin du premier trimestre 2019 à faire part de leurs remarques et observations sur un avant-projet. De nombreuses améliorations ont ainsi pu être apportées au texte.

Ce projet a fait l'objet, le 26 septembre 2019, d'un avis favorable de l'ASN, sous réserve de quelques modifications mineures, ([avis n°2019-AV-0339 de l'ASN du 26 septembre 2019](#)); l'[arrêté a été signé le 29 novembre 2019](#) et publié le 11 décembre 2019. Il entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2020 pour les nouveaux sites et, pour les sites déjà autorisés, en deux temps : les dispositions organisationnelles et humaines sous 6 mois, les systèmes de protection contre la malveillance 18 mois plus tard. L'arrêté couvre les installations et les transports.

Les prescriptions visent notamment, sur la base d'une approche graduée liée aux catégories A, B, C et D, à la mise en place d'une organisation interne en matière de sécurité destinée à :

- limiter ou retarder le vol de sources radioactives par des mesures de contrôle d'accès, de renforcement des barrières physiques et de leurs ouvertures (portes, fenêtres) et de protection de l'information (accès limité aux personnes dûment autorisées);
- détecter au plus tôt un acte ou une tentative d'acte de malveillance (notamment un vol);
- intervenir ou alerter les pouvoirs publics en ayant au préalable préparé leur intervention.

Ces principes de sécurité s'appuient sur des dispositifs physiques (barrières, contrôles d'accès, détection au franchissement, alarmes...) et des dispositions organisationnelles (politique en matière de sécurité, formations, vérification des matériels, exercices, enregistrements...) nécessaires à l'efficacité globale de la protection.

Pour d'évidentes raisons de restriction d'accès à l'information, certaines dispositions de cet arrêté n'ont pas été publiées au *Journal officiel*. L'ASN a donc informé individuellement l'ensemble des responsables d'activité nucléaire concernés qu'elle contrôle.

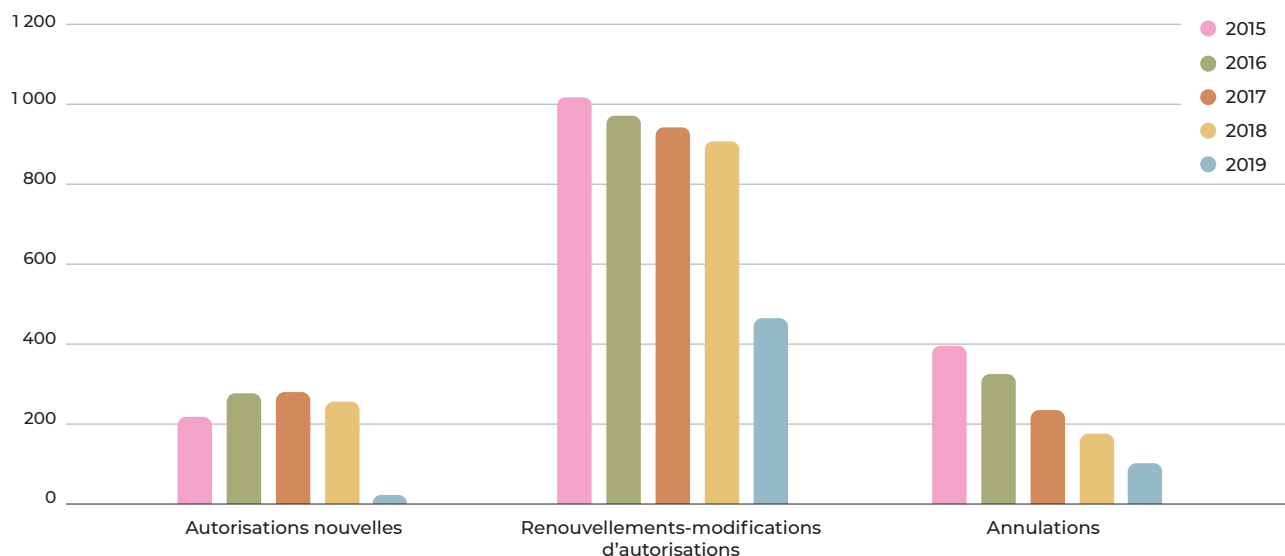
2.4 Les autorisations et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires

2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales

En matière de radioprotection, l'ASN veille à l'application des [trois grands principes de la radioprotection](#) inscrits dans le code de la santé publique ([article L. 1333-2](#)) : la justification, l'optimisation des expositions et la limitation des doses.

GRAPHIQUE 6

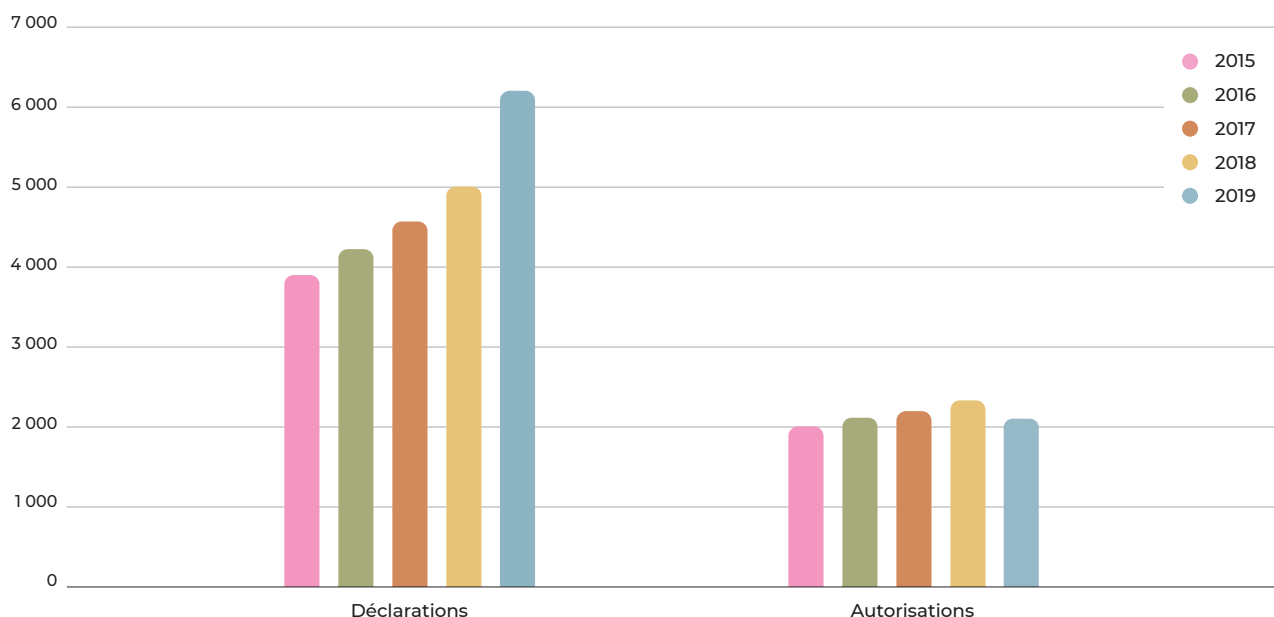
Autorisations « utilisateur » de sources radioactives délivrées chaque année



GRAPHIQUE 7

Autorisations et déclarations « utilisateur » d'appareils électriques générant des rayonnements

Nombre d'établissements



Le suivi des sources radioactives

Le code de la santé publique prévoit, dans ses articles R. 1333-154, 156 et 157 l'enregistrement préalable par l'IRSN des mouvements de radionucléides sous forme de sources radioactives et dans son article R. 1333-158 le suivi de ces radionucléides.

La [décision n° 2015-DC-0521 de l'ASN du 8 septembre 2015](#) relative au suivi et aux modalités d'enregistrement des radionucléides sous forme de sources radioactives et de produits ou dispositifs en contenant précise les modalités d'enregistrement des mouvements et les règles de suivi de radionucléides sous forme de sources radioactives.

Cette décision, applicable depuis le 1^{er} janvier 2016, prend en compte le fonctionnement existant et le complète notamment sur les points suivants en :

- graduant les actions de contrôle sur les sources en fonction de la dangerosité de celles-ci ;
- confirmant l'absence d'enregistrement pour les sources d'activité inférieure aux seuils d'exemption ;
- imposant des délais entre l'enregistrement des mouvements de sources et le mouvement lui-même ;
- imposant que chaque source scellée soit accompagnée d'un document appelé « certificat de source » mentionnant toutes ses caractéristiques et qui doit être transmis à l'IRSN dans les deux mois suivant la réception de la source.

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et du détriment sanitaire associé peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque. Soit l'interdiction est prononcée de façon générique, soit l'autorisation requise au titre de la radioprotection n'est pas délivrée ou reconduite. Pour les activités existantes, les éléments de justification sont consignés par écrit par le responsable de l'activité nucléaire, mis à jour tous les cinq ans et en cas de modification notable des connaissances ou des techniques disponibles.

L'optimisation est une notion qui doit être appréciée en fonction du contexte technique et économique et elle nécessite une forte implication des professionnels. L'ASN considère en particulier que les fournisseurs d'appareils sont au cœur de la démarche d'optimisation (voir point 4). En effet, ils sont responsables de la mise sur le marché des appareils et doivent donc concevoir ceux-ci de façon à réduire au minimum l'exposition des futurs utilisateurs. L'ASN contrôle également l'application du principe d'optimisation dans le cadre de l'instruction des dossiers d'autorisation, des inspections qu'elle réalise et lors de l'analyse des différents événements significatifs qui lui sont déclarés.

2.4.2 Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables

Les demandes relatives à la détention et à l'utilisation de rayonnements ionisants sont instruites par les [divisions territoriales de l'ASN](#), alors que celles relatives à la fabrication et à la distribution de sources ou d'appareils en contenant sont instruites à l'échelon central de l'ASN, par la Direction du transport et des sources (DTS). L'entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire a introduit un troisième régime administratif intermédiaire entre les régimes de la déclaration et de l'autorisation : il s'agit du régime de l'autorisation simplifiée, dit « régime d'enregistrement ».

L'ASN a préparé une nomenclature de répartition des différentes catégories d'activités nucléaires dans ces trois régimes, dont la mise en œuvre a commencé au 1^{er} janvier 2019, avec l'[entrée en vigueur de la décision](#) permettant l'extension du régime déclaratif à de nouvelles activités nucléaires jusqu'alors soumises à autorisation (voir point « régime de déclaration »). L'année 2019 a par ailleurs été consacrée à la préparation du projet de décision relative aux activités nucléaires relevant du futur régime d'enregistrement. Ce régime concernera certaines sources de rayonnements ionisants, sous forme de sources radioactives scellées ou non scellées et d'appareils électriques émettant des rayonnements X dont les risques et inconvénients générés par leur détention ou leur utilisation, peuvent être prévenus par le respect des prescriptions générales spécifiques fixées dans le projet de décision. Ce projet de décision définit outre les prescriptions précitées,

le contenu du dossier de demande relatif à l'autorisation simplifiée (contenu très allégé par rapport au dossier de demande d'autorisation, en termes d'information à renseigner et de pièces justificatives à fournir), ainsi que les conditions d'exercice de l'activité nucléaire que devront respecter les exploitants. La note d'orientation relative à ce projet de décision a fait l'objet d'une [consultation du public](#) en août et septembre 2019. Les retours ont permis de consolider le projet de décision qui devrait être mis en consultation au cours du 1^{er} trimestre 2020.

• Le régime d'autorisation

Les activités du nucléaire de proximité se distinguent par leur grande hétérogénéité et le nombre important d'exploitants concernés. Le régime de l'autorisation est le régime destiné à encadrer les activités nucléaires présentant les enjeux de radioprotection les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier de demande, que les risques ont bien été identifiés par le demandeur et que les barrières, destinées à en limiter les effets, étudiées et prévues. Dans le cadre de cette démarche, l'ASN a élaboré des [formulaires](#) de demande d'autorisation adaptés à chaque activité et disponibles sur [asn.fr](#).

Ces documents sont conçus pour que les demandes d'autorisation soient formulées par le représentant d'une personne morale, même si la possibilité de demander une autorisation en tant que personne physique reste ouverte. Les formulaires précisent la liste des documents qui doivent être joints à la demande. L'ensemble des autres documents listés en annexe à la [décision n° 2010-DC-0192 de l'ASN du 22 juillet 2010](#) doit être en possession du demandeur et conservé à la disposition des inspecteurs en cas de contrôle. À l'issue de l'instruction et sous réserve que les dispositions décrites par le demandeur soient satisfaisantes, une décision d'autorisation à durée limitée (généralement cinq ans) est délivrée pour l'exercice de l'activité nucléaire.

• Le régime déclaratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires dans les trois différents régimes administratifs introduit par le décret susvisé, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Ses premiers travaux ont porté sur le régime de déclaration. La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes et l'environnement. Depuis avril 2018, le responsable d'une activité du secteur industriel, de recherche ou vétérinaire, relevant du régime de déclaration, a la possibilité d'effectuer cette démarche de manière dématérialisée sur le [portail « téléservices » de l'ASN](#).

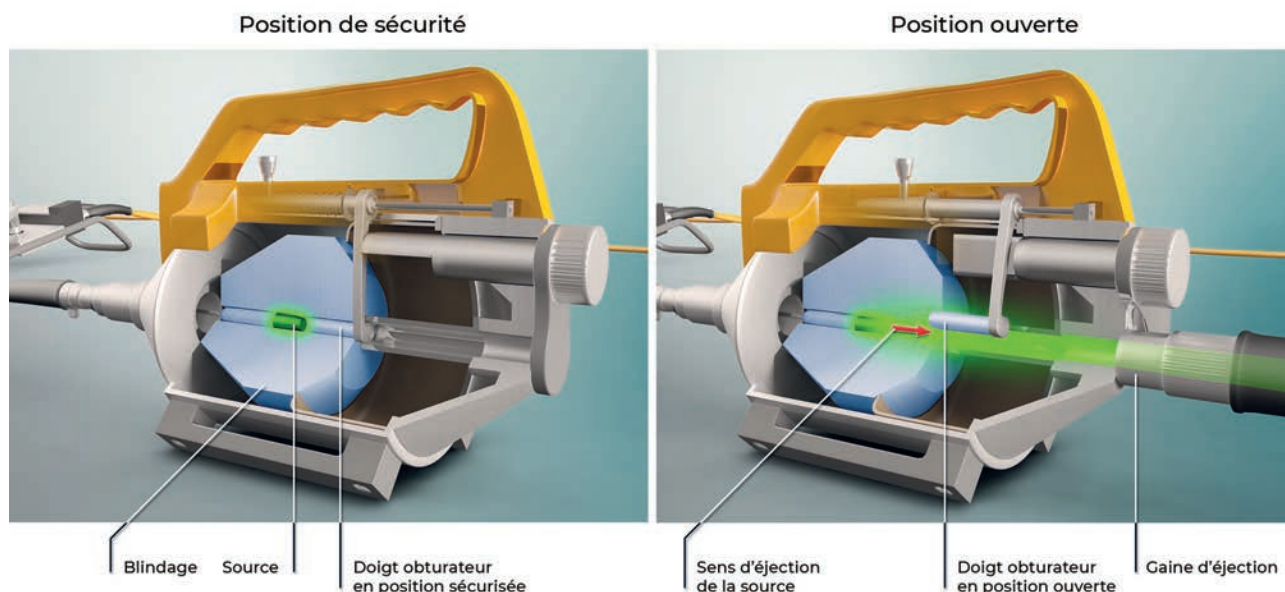
Par la [décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018](#) homologuée le 21 novembre 2018 (voir « Actualités réglementaires » en

La gammagraphie au sélénium-75

L'emploi de sélénium-75 en gammagraphie est autorisé en France depuis 2006. Mis en œuvre dans les mêmes appareils que ceux fonctionnant à l'iridium-192, l'emploi de sélénium-75 en gammagraphie présente des avantages notables en termes de radioprotection. En effet, les débits d'équivalent de dose sont d'environ 55 mSv (millisieverts) par heure et par TBq à un mètre de la source en sélénium-75, contre 130 mSv/h/TBq pour l'iridium-192. Son utilisation est possible en remplacement de l'iridium-192 dans de nombreux domaines industriels, notamment en pétrochimie ou en chaudronnerie et permet de réduire considérablement les périmètres de

sécurité mis en place et de faciliter les interventions en cas d'incident. En France, moins de 20 % des appareils portables sont équipés avec une source de sélénium-75. Le déploiement du sélénium-75 a marqué le pas au cours des derniers mois. En effet, des difficultés rencontrées par les usines de fabrication en Russie ont provoqué une rupture d'approvisionnement dans toute l'Europe. Toutefois, l'ASN encourage toujours son utilisation, les difficultés actuelles n'étant que temporaires. De plus, les fabricants de sources scellées aux États-Unis, qui ont longtemps délaissé cette technologie, proposent à présent ce type de sources. Un nouveau fabricant a d'ores et déjà été autorisé en 2019.

Schéma de principe de fonctionnement d'un gammagraphe



introduction de ce rapport), l'ASN a étendu le champ des activités soumises à déclaration. L'extension au régime déclaratif devrait concerner à terme environ 6000 dossiers jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation. Il ne sera en revanche possible de quantifier précisément ce nombre de dossiers qu'à l'échéance d'un terme de cinq ans (31 décembre 2023). En effet, conformément au principe des bénéfices acquis, les autorisations délivrées avant le 1^{er} janvier 2019, tiennent lieu de récépissés de déclaration jusqu'au terme de la décision d'autorisation, sous condition qu'il ne soit procédé dans l'intervalle à aucune modification de l'activité nucléaire exercée. Un certain nombre d'activités nucléaires, bien que dorénavant soumises à déclaration, bénéficient donc toujours d'une décision d'autorisation.

2.4.3 Les statistiques de l'année 2019

• Les fournisseurs

Compte tenu du rôle fondamental des fournisseurs de sources radioactives, ou d'appareils en contenant, pour la radioprotection des futurs utilisateurs (voir chapitre 2.4.1), l'ASN exerce un contrôle renforcé dans ce domaine. Au cours de l'année 2019, 72 demandes d'autorisation de distribution de sources radioactives ou de renouvellements d'autorisation ont été instruites par l'ASN et 41 inspections réalisées (toutes sources de rayonnements ionisants confondues).

• Les utilisateurs

Le cas des sources radioactives

En 2019, l'ASN a instruit et notifié 18 autorisations nouvelles, 462 renouvellements ou mises à jour et 100 annulations d'autorisation. Le graphique 6 présente les autorisations délivrées ou annulées en 2019 et l'évolution de ces données ces cinq dernières années. L'ASN a également délivré, pour la première fois en 2019, 1 207 récépissés de déclaration pour les sources radioactives scellées. L'entrée en vigueur de la décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre citée au point 2.4.2 est la raison principale à la baisse conséquente du nombre d'autorisations délivrées au profit de la délivrance de récépissés de déclaration, et illustre la mise en application concrète de l'approche graduée du contrôle.

Une fois l'autorisation ou le récépissé de déclaration obtenu, le titulaire peut s'approvisionner en sources. Dans ce but, il reçoit de l'IRSN des formulaires de demande de fournitures permettant

à l'Institut de vérifier – dans le cadre de ses missions de tenue à jour de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants – que les commandes se font conformément à l'autorisation ou au récépissé de déclaration délivré à l'utilisateur et à l'autorisation de son fournisseur. Si tel est bien le cas, le mouvement est alors enregistré par l'IRSN, qui avise les intéressés que la livraison peut être réalisée. En cas de difficulté, le mouvement n'est pas validé et l'IRSN saisit l'ASN (voir encadré page suivante).

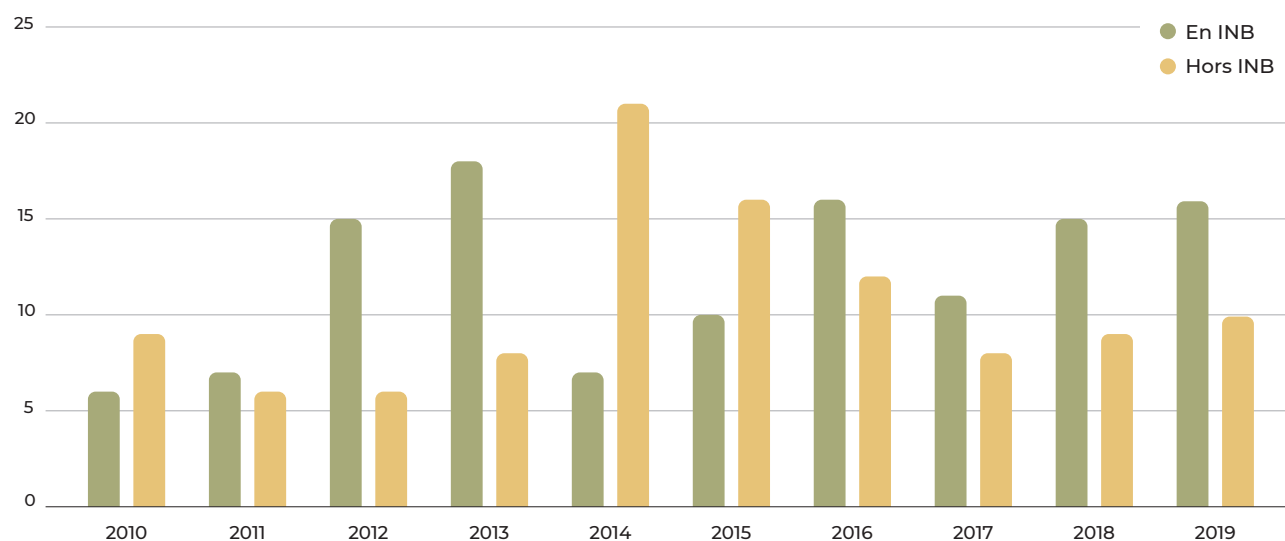
Le cas des générateurs électriques de rayonnements ionisants

L'ASN est en charge depuis 2002 du contrôle de ces appareils pour lesquels de nombreuses régularisations administratives sont nécessaires. Elle a accordé, en 2019, 39 nouvelles autorisations et 203 renouvellements d'autorisation pour l'utilisation de générateurs électriques de rayonnements X. L'ASN a également délivré en 2019, 1 188 récépissés de déclaration pour des générateurs électriques de rayonnements ionisants. Comme pour les sources radioactives, la diminution importante du nombre d'autorisations délivrées, et à l'inverse l'augmentation significative des récépissés de déclaration, sont la conséquence directe de l'entrée en vigueur de la décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 précitée.

Au total, 2 109 autorisations et 6 193 récépissés de déclaration ont été délivrés pour des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants depuis 2002. Le graphique 7 illustre l'évolution de ces dernières années.

GRAPHIQUE 8

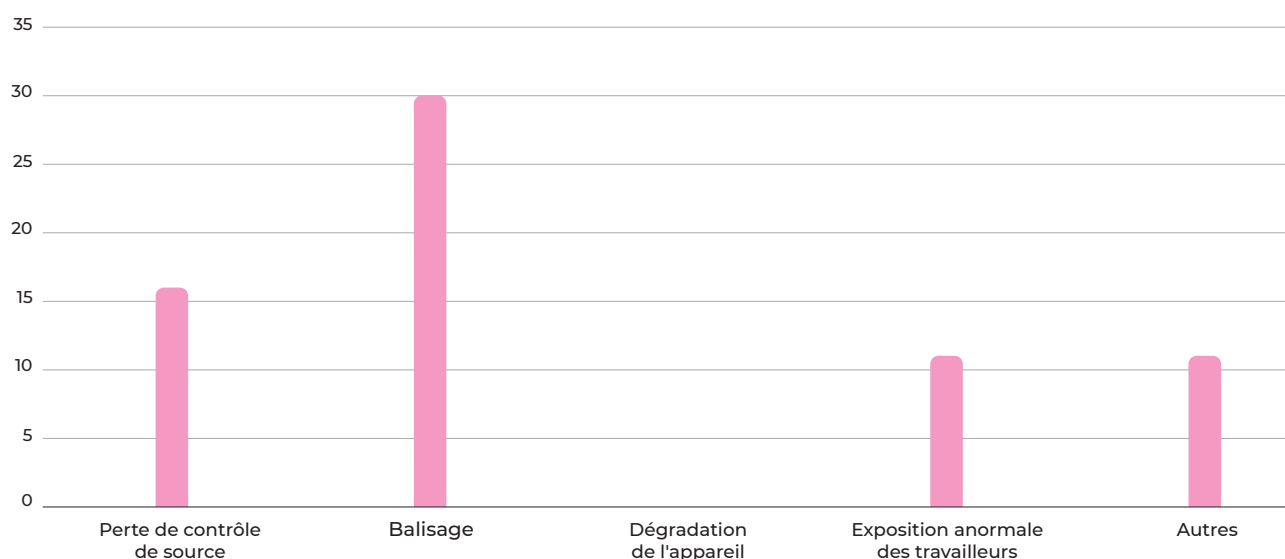
Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN en radiographie industrielle



Nota : les 24 événements de 2018 ont fait l'objet de 25 déclarations auprès de l'ASN et les 26 événements de 2019 ont fait l'objet de 27 déclarations auprès de l'ASN. Dans les deux cas, un événement a fait l'objet d'une double déclaration par le donneur d'ordre et par l'entreprise de radiographie industrielle.

GRAPHIQUE 9

Principaux facteurs mis en cause lors des ESR déclarés en radiographie industrielle sur la période 2017-2019



La perte de contrôle de la source en gammagraphie

La gammagraphie est une technique de contrôle non destructif consistant à positionner une source radioactive à proximité de l'élément à contrôler, de façon à obtenir un film radiographique permettant ensuite, par lecture du film, un contrôle de qualité de la pièce.

La perte de contrôle de la source est l'une des principales causes d'accidents dans ce domaine. Elle peut conduire à de fortes expositions des travailleurs se trouvant à proximité, voire du public en cas de travaux en zone urbaine. Cette perte de contrôle se rencontre principalement dans deux situations :

- la source radioactive reste bloquée dans la gaine d'éjection. L'origine du blocage est souvent

liée à la présence de corps étrangers dans la gaine ou à une dégradation de la gaine ;

- le porte-source contenant le radionucléide n'est plus solidaire de la télécommande. Le câble reliant source et télécommande n'est pas correctement raccordé et la source ne peut plus être manœuvrée.

En France, les gammagraphes répondent à des prescriptions techniques plus strictes que les standards internationaux. Toutefois, les défaillances de matériel ne peuvent pas être écartées, notamment en cas de mauvais entretien des appareils. Ces dernières années, de mauvaises manipulations ont parfois également été observées à la suite d'incidents de blocage de sources.

Gammagraphie: des accidents graves à l'étranger

Les accidents en gammagraphie en France restent limités en nombre et en conséquences depuis mars 1979 où un accident avait conduit à l'amputation de la jambe d'un ouvrier qui avait ramassé et mis dans sa poche une source d'iridium-192 de 518 GBq. Cet incident avait entraîné un renforcement de la réglementation en vigueur à l'époque. L'ASN exerce une veille sur les accidents survenus à l'étranger qui ont eu des effets déterministes majeurs. Parmi les exemples récents dont l'ASN a eu connaissance :

- en 2019, en Espagne, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à environ 200 mSv (corps entier) en accédant à un bunker de gammagraphie alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité. Le dispositif d'asservissement de l'ouverture de porte permettant d'interdire l'accès au bunker en cas d'émission de rayonnements ionisants n'a pas fonctionné en raison de la défaillance du système de mesure de l'ambiance radiologique. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES) ;
- en 2016, en Turquie, après l'utilisation d'un appareil de gammagraphie, il semble que les opérateurs n'aient pas vérifié le bon retour de la source en position de sécurité. Un adolescent de 16 ans a trouvé la source le lendemain du contrôle et l'a conservée jusqu'à son domicile, où plusieurs personnes ont indiqué l'avoir manipulée. Au total, 20 personnes auraient été exposées, la personne la plus exposée aurait reçu 1 gray (Gy). L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES ;
- en 2015, en Iran, deux opérateurs ont été exposés à des doses efficaces respectives de 1,6 et 3,4 Gy.

La source du gammagraphe (iridium-192 de 1,3 TBq) s'est décrochée et est restée bloquée dans la gaine d'éjection sans qu'ils s'en aperçoivent. Les opérateurs ont ensuite passé la nuit dans leur véhicule à proximité de la gaine d'éjection et de la source ;

- en 2014, au Pérou, un employé a été exposé à 500 mSv (corps entier) et 25 Gy sur la hanche gauche en déplaçant une gaine d'éjection et un collimateur sans s'être aperçu que la source était décrochée du câble de télécommande et était restée dans le collimateur (iridium-192, 1,2 TBq, 30 minutes d'exposition) ;
- en 2013, en Allemagne, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à plus de 75 mSv (corps entier) et 10 à 30 Gy aux extrémités (mains) en essayant de débloquent une source dans une gaine d'éjection ;
- en 2012, un employé péruvien a été admis à l'hôpital Percy, à Clamart, à la suite d'une exposition de 1 à 2 Gy (corps entier) et 35 Gy à la main (70 Gy au bout des doigts) après avoir manipulé à mains nues une gaine d'éjection sans s'assurer de la position de la source ;
- en 2011, cinq travailleurs bulgares ont été admis à l'hôpital Percy, à Clamart, pour mise en œuvre de traitements lourds à la suite d'irradiations de l'ordre de 2 à 3 Gy dues à une erreur de manipulation d'un appareil de gammagraphie qu'ils pensaient déchargé de sa source ;
- en 2011, aux États-Unis, un apprenti radiologue a décroché la gaine d'éjection et s'est aperçu que la source dépassait du projecteur. Il a essayé de repousser la source dans l'appareil avec son doigt. L'estimation de la dose reçue aux extrémités est de 38 Gy.

08

3. L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire

3.1 La radiographie industrielle

3.1.1 Les équipements utilisés

• La gammagraphie

La [gammagraphie](#) est une méthode de contrôle non destructif qui permet d'apprécier des défauts d'homogénéité dans des matériaux, notamment les cordons de soudure. Elle consiste à obtenir une radiographie sur un support argentique ou numérique en utilisant les rayonnements gamma émis par une source radioactive et traversant l'objet à contrôler.

Elle est fréquemment employée dans différents secteurs industriels, tels que la chaudronnerie, la pétrochimie, les centrales nucléaires, les travaux publics, l'aéronautique ou l'armement, lors d'opérations de fabrication ou de maintenance.

Les appareils de gammagraphie contiennent des sources scellées de haute activité, principalement de l'iridium-192, du cobalt-60 ou du sélénium-75, dont l'activité peut atteindre une vingtaine de téra Becquerels. Un appareil de gammagraphie est le plus souvent un appareil mobile pouvant être déplacé d'un chantier à l'autre. Il se compose principalement :

- d'un projecteur de source, qui sert de conteneur de stockage et assure une protection radiologique quand la source n'est pas utilisée ;

- d'une gaine d'éjection destinée à permettre le déplacement de la source et à la guider jusqu'à l'objet à radiographier ;
- et d'une télécommande permettant la manipulation à distance par l'opérateur.

Lors de l'éjection de la source hors de l'appareil, les débits de dose peuvent atteindre plusieurs grays par heure à un mètre de la source, en fonction du radionucléide et de son activité.

Du fait de l'activité des sources et du déplacement de la source hors du conteneur de stockage pendant l'utilisation de l'appareil, la gammagraphie peut présenter des risques importants pour les opérateurs en cas de mauvaise manipulation, de non-respect des règles de radioprotection ou d'incidents de fonctionnement. Par ailleurs, ces activités de gammagraphie sont fréquemment menées sur des chantiers ou installations dans des conditions difficiles (travail de nuit, lieu de travail exposé aux intempéries ou exigü). À ce titre, c'est une activité à enjeu fort de radioprotection, qui figure parmi les priorités de contrôle de l'ASN.

• La radiographie industrielle par rayons X

Elle sert à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux.

Ce sont des appareils fixes ou de chantier utilisant des faisceaux directionnels ou panoramiques, qui se substituent aux appareils de gammagraphie lorsque les conditions de mise en œuvre le permettent.

Ces appareils peuvent aussi être utilisés pour des emplois plus spécifiques et donc plus rares, tels que la réalisation de radiographies en vue de la restauration d'instruments de musique ou de tableaux, l'étude de momies en archéologie ou l'analyse de fossiles.

3.1.2 L'évaluation de la radioprotection dans les activités de radiographie industrielle

Les activités de radiologie industrielle sont des activités à forts enjeux et constituent depuis plusieurs années une priorité d'inspection pour l'ASN.

En 2019, le nombre d'inspections de l'ASN sur ce thème est de 150, ce qui représente une augmentation d'environ 30% par rapport à l'exercice précédent. Les efforts d'inspections supplémentaires ont été affectés au contrôle des activités qui présentent le plus d'enjeux. Il peut s'agir du contrôle des installations de stockage des gammagraphes avec notamment la vérification de la bonne prise en compte des premières dispositions contre les actes de malveillance (voir encadré « Retour sur les premiers contrôles liés à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance ») ou encore du contrôle des pratiques de terrain. Celui-ci mené de manière inopinée sur des chantiers qui se déroulent généralement de nuit (augmentation de 11% du nombre d'inspections en configuration de chantiers, soit 61 inspections en 2019).

Le système de télédéclaration des plannings de chantier pour les entreprises prestataires en radiographie industrielle, mis en place par l'ASN en 2014, permet de faciliter l'organisation de ces contrôles. L'ASN note que la quasi-totalité des exploitants concernés utilise couramment ce système pour déclarer les chantiers.

Cependant, la fiabilité des informations transmises est encore hétérogène. Les points d'amélioration portent notamment sur :

- la mise à jour des plannings lorsque ceux-ci sont modifiés ;
- l'exactitude des informations de localisation du chantier (à ne pas confondre avec l'adresse de l'entreprise donneur d'ordre) ;
- l'exhaustivité de déclaration des chantiers.

Au travers de ses inspections, l'ASN juge que la prise en compte des risques est globalement maîtrisée à l'exception de la signalisation de la zone d'opération lors des chantiers. Par ailleurs, elle souligne la persistance d'une prise en compte contras-tée des risques selon les entreprises.

L'ASN constate que les entreprises ont, dans leur grande majorité, maintenu la rigueur nécessaire pour respecter les obligations réglementaires relatives au conseiller en radioprotection (moins de 5% d'écarts relevés) et au suivi dosimétrique des travailleurs (moins de 10% d'écarts constatés). De même, les inspecteurs ont constaté que les responsables d'activité nucléaire ont respecté l'activité maximale détenue autorisée par radionucléide et la périodicité des vérifications menées par un organisme agréé pour la radioprotection ou par l'IRSN ; en effet celles-ci ont été réalisées pour toutes les sources et appareils avec la bonne périodicité dans plus de 9 cas sur 10.

Les inspecteurs ont par ailleurs relevé que l'information des travailleurs susceptibles d'accéder en zone délimitées au titre des [articles R. 4451-24 et R. 4451-28](#) du code du travail, avait été dispensée auprès des nouveaux arrivants, dans plus de 80% des établissements concernés inspectés en 2019 contre 67% en 2018. Cependant, le contenu de la formation des travailleurs classés au sens de l'[article R. 4451-57 du code du travail](#) reste

Mise en sécurité et reprise d'une source de cobalt-60 en gammagraphie : un long cheminement...



En octobre 2010, lors d'une opération de maintenance, la source de cobalt-60 chargée dans un GMA 2500^(*) reste bloquée à l'intérieur de la casemate des [Acéries Hachette et Driout](#) à Saint-Dizier (52). Toutes les interventions, entreprises sur le boîtier de télécommande électrique et sur le câble accessible dans la gaine de réserve à l'extérieur de la casemate, ne permettent pas de débloquer la source. Le débit de dose à l'intérieur de la casemate est incompatible avec une intervention humaine. Quatre années seront nécessaires pour mettre au point un programme d'intervention validé par l'ASN, par les entreprises NUVIA Process et ACTEMIUM NDT-PES (*Non Destructive Testing Products & Systems*) (fabricant de l'appareil) missionnées par les Acéries

Hachette et Driout. Ce programme démarre à l'automne 2019 après un délai accordé par l'ASN aux aciéries pour faire face à l'investissement nécessaire pour cette intervention, l'ASN s'étant par ailleurs assurée que l'accès à la casemate était interdit de manière durable.

Ce programme d'intervention se décompose en deux phases. La première phase s'est déroulée en octobre 2019 et a été menée par l'entreprise NUVIA Process à l'aide d'outils robotisés commandés à distance. Au cours de cette intervention, la source a été localisée grâce à une gamma-caméra, le dispositif d'éjection contenant la source a été déposé au sol puis, recouvert de protections biologiques à l'aide d'un robot. Ainsi, l'ambiance radiologique à l'intérieur du local a été suffisamment abaissée pour rendre possible par la suite une intervention humaine.

La seconde phase qui sera réalisée par des techniciens d'ACTEMIUM NDT-PES devra permettre de démonter et d'inspecter l'état de l'ensemble du dispositif d'irradiation à l'aide d'un endoscope puis de connecter ce dispositif à un conteneur adapté pour mettre en sécurité la source et pouvoir la transporter.

Les difficultés et les délais de mise en place de cette intervention illustrent tout l'intérêt de la substitution des technologies de gammagraphie haute énergie, et en particulier celles mettant en œuvre des sources de cobalt-60, par des technologies sans rayonnement ionisant ou par des appareils électriques.

* Appareil automatique de radiographie gamma de forte capacité.

Un irradiateur à Saclay inutilisable depuis plusieurs mois

Le 1^{er} juillet 2019, à la fin d'une campagne d'irradiation dans l'installation DOSEO du CEA Paris Saclay (utilisée pour des applications de recherche et de métrologie en curiethérapie), l'opérateur de l'irradiateur Gammabeam X200® (fabriqué par la société canadienne Best Theratronics) n'a pas réussi à remettre, depuis le pupitre de commande, la source de cobalt-60 en position de sécurité dans le blindage interne prévu à cet effet.

Cette source est une source scellée de haute activité de catégorie A (activité résiduelle au jour de l'incident d'environ 250 TBq), catégorie qui présente les plus forts enjeux en matière de radioprotection. En conséquence, étant donné le niveau ambiant de rayonnements ionisants dans la casemate contenant l'irradiateur, tout accès à celle-ci a été interdit.

Après instruction d'un protocole spécifique ayant conduit à la délivrance d'une autorisation de l'ASN, une intervention robotique a été réalisée fin juillet 2019 dans la casemate par le groupe INTRA, une des rares entreprises en France possédant les moyens nécessaires pour intervenir dans de telles ambiances radiologiques. Les robots pilotés à distance ont enlevé le fantôme d'irradiation^(*) du faisceau direct de l'appareil (supprimant ainsi le rayonnement diffusé par le fantôme), disposé un écran de plomb devant la sortie du faisceau direct (supprimant ainsi le risque

pour un futur intervenant de le traverser) et réalisé une cartographie détaillée du niveau ambiant de rayonnements ionisants à l'intérieur de la casemate.

La réduction du niveau ambiant de rayonnements ionisants et la cartographie détaillée devraient ainsi permettre une prochaine intervention humaine sur l'appareil, afin de remettre la source d'irradiation en position de sécurité. Cette intervention consisterait à utiliser un outil spécifique pour pousser la source en position de sécurité à l'intérieur du blindage interne de l'appareil.

La cause probable de la défaillance de l'irradiateur serait la perte de l'alimentation en air comprimé qui permet le déplacement de la source. Cette alimentation étant située à l'intérieur de la casemate, il n'est pas possible d'intervenir directement dessus lorsque la source n'est pas en position de sécurité. La cause exacte devra être confirmée après les investigations qui pourront avoir lieu une fois la source rentrée en position de sécurité; l'ASN sera vigilante à la mise en œuvre des mesures correctives destinées à éviter toute nouvelle occurrence d'un tel événement.

** Artefact construit afin de simuler les propriétés de diffusion du corps humain ou de parties du corps humain telles que les extrémités.*

largement perfectible afin d'intégrer l'ensemble des spécificités de l'entreprise (notamment, procédures et consignes de sécurité, retour d'expérience suite aux événements significatifs de radioprotection...).

L'ASN juge *a contrario* toujours préoccupants les défauts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers. Les constats observés lors des inspections réalisées en 2019 montrent une dégradation de la situation par rapport à 2018. En effet, la signalisation de la zone d'opération présentait des écarts dans 46% des cas, alors que ces écarts n'avaient été relevés que dans 27% des situations en 2018.

L'ASN rappelle que le **balisage** doit être posé avant le début du chantier et donc, en tout état de cause, avant d'avoir installé le matériel de radiographie. Pour s'assurer que le balisage respecte les valeurs réglementaires de débit de dose, il est essentiel qu'au moins une mesure soit effectuée et que son résultat soit enregistré.

Les synchrotrons

De la même famille d'accélérateurs circulaires de particules que les cyclotrons (voir point 4.2), le synchrotron, de taille beaucoup plus importante, permet d'atteindre des énergies de plusieurs gigaélectronvolts à l'aide d'accélérateurs successifs. En raison de la faible masse des particules (généralement des électrons), l'accélération occasionnée par la courbure de leur trajectoire dans un anneau de stockage produit une onde électromagnétique lorsque les vitesses atteintes deviennent relativistes: le rayonnement synchrotron. Ce rayonnement est collecté à différents endroits, appelés les «lignes de lumière», et est utilisé pour mener des expériences scientifiques.

Le balisage doit être continu et des signaux lumineux en nombre suffisant sont indispensables. Le zonage constitue en effet la principale barrière de sécurité en configuration de chantier, en particulier pour prévenir les expositions incidentelles.

L'ASN reste donc très vigilante sur ce point qui fait l'objet d'un contrôle systématique lors des inspections réalisées sur les chantiers; des sanctions pénales ont par ailleurs déjà été proposées.

Pour l'application des principes de justification et d'optimisation, les réflexions engagées sur le long terme par les professionnels du contrôle non destructif ont abouti à l'élaboration de [guides](#) ayant pour but de promouvoir l'utilisation de méthodes de substitution à la radiographie industrielle. Les travaux se poursuivent au sein des instances professionnelles, en particulier par l'évolution des codes de construction et de maintenance des équipements industriels, afin de privilégier l'utilisation de méthodes de contrôle non ionisantes.

Par ailleurs, la France possède un maillage important d'installations fixes de radiographie industrielle (88 installations de gammagraphie sont autorisées en France en 2019) permettant ainsi à 70% des professionnels de proposer des prestations de radiographie industrielle dans une casemate. Or, l'ASN juge les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs globalement bien maîtrisés par les exploitants, lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable. Malgré la disponibilité des installations, les inspecteurs constatent encore trop souvent que des pièces radiographiées au cours de chantiers, notamment programmés de nuit dans des ateliers, pourraient être aisément déplacées dans une casemate. Outre l'optimisation des doses pour les travailleurs, le risque de blocage de l'atelier en cas d'incident serait alors éliminé.

L'ASN estime donc que les donneurs d'ordre ont un rôle primordial à jouer pour faire progresser la radioprotection dans le domaine de la radiographie industrielle en privilégiant les prestations de radiographie industrielle dans des installations fixes autorisées.

De plus, au travers des inspections de 2019, l'ASN continue de noter que la rédaction des plans de prévention avec les entreprises utilisatrices doit être améliorée. Cette lacune démontre que la préparation des chantiers n'est pas toujours à la hauteur des enjeux de l'activité.

La sensibilisation de l'ensemble des acteurs est donc une priorité d'action. Les démarches régionales visant à établir des [chartes de bonnes pratiques en radiographie industrielle](#), mises en œuvre depuis plusieurs années sous l'impulsion de l'ASN et de l'inspection du travail, notamment dans les territoires correspondant aux anciennes régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Haute-Normandie, Rhône-Alpes, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne et Pays de la Loire, permettent des échanges réguliers entre les différents acteurs. Les divisions de l'ASN et les autres administrations régionales concernées organisent également régulièrement des colloques de sensibilisation et d'échanges au niveau régional, pour lesquels les acteurs de cette branche professionnelle manifestent un réel intérêt.

Enfin, en 2019 comme en 2018, il est à noter qu'aucun incident n'a été classé au niveau 2 ou à un niveau supérieur de l'échelle INES. Un nombre relativement important d'événements est toujours lié à la perte de contrôle de la source lors de l'utilisation d'un gammagraphe. Cependant, ces événements ont été correctement diagnostiqués par les opérateurs, et les acteurs concernés n'ont pas entrepris de manipulations inappropriées ou interdites. Les opérations de mise en sécurité ont ainsi été mieux maîtrisées et aucun surincident n'a été observé. Les causes de ces événements sont d'origines diverses ; le graphique 9 en identifie les principales.

3.2 Les irradiateurs industriels

3.2.1 Les équipements utilisés

L'irradiation industrielle est employée pour la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits pharmaceutiques ou cosmétiques et la conservation de produits alimentaires. Elle est également un moyen utilisé afin de modifier volontairement les propriétés de matériaux, par exemple pour le durcissement des polymères.

Ces techniques d'irradiation de produits de consommation peuvent être autorisées car, à l'issue de leur traitement, ces produits ne présentent aucune radioactivité artificielle résiduelle (les produits sont stérilisés en passant dans un rayonnement sans être eux-mêmes « activés » à l'issue du traitement).

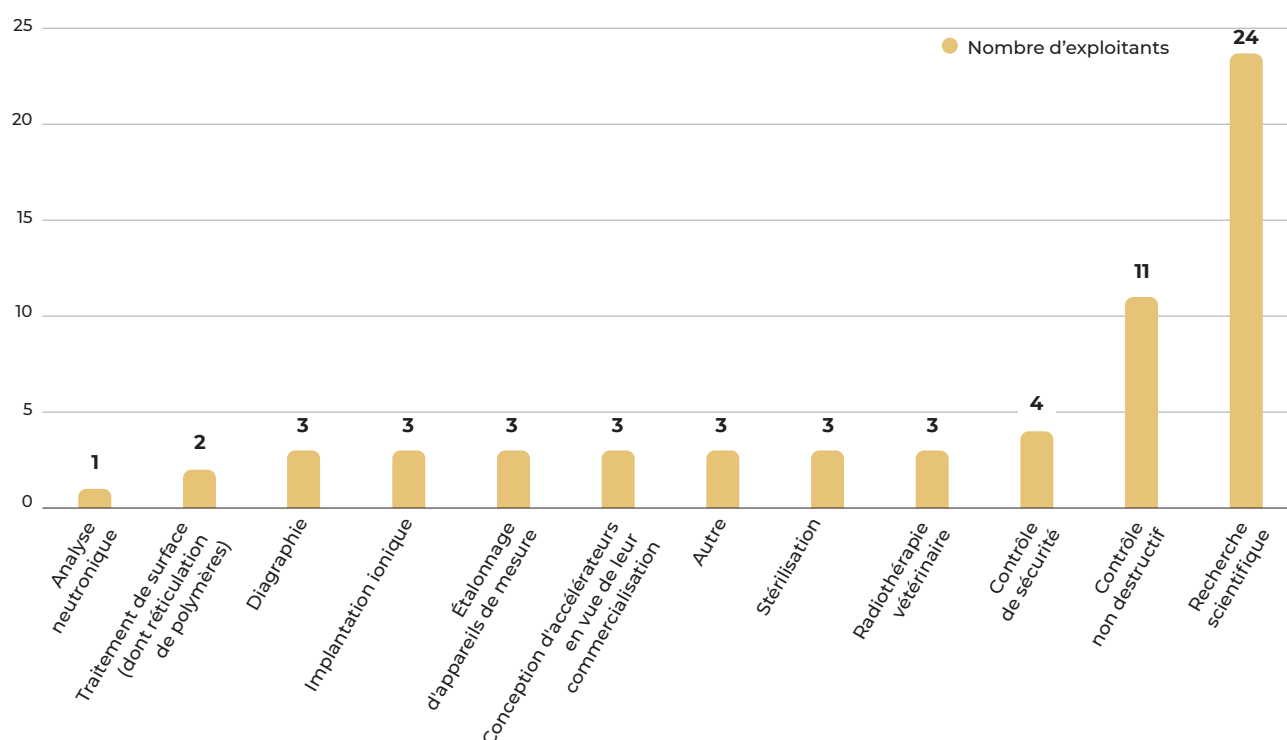
Les irradiateurs industriels utilisent souvent des sources de cobalt-60 dont l'activité peut être très importante et dépasser 250 000 TBq (térabecquerels). Certaines de ces installations sont classées INB (voir chapitre 12). Dans de nombreux secteurs, l'utilisation de sources scellées de haute activité pour l'irradiation de produits est progressivement remplacée par l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayons X (voir point 1.3.1).

3.2.2 L'état de la radioprotection

Hors INB, l'ASN a mené en 2019 dix inspections dans ce secteur sur 27 établissements autorisés (qui comptabilisent un parc de 36 installations). Il ressort de ces contrôles que l'organisation de la radioprotection (notamment la désignation d'un conseiller en radioprotection) et le zonage mis en place chez les exploitants inspectés sont satisfaisants, aucun écart réglementaire significatif n'ayant été constaté. Le risque est bien maîtrisé, notamment grâce à des installations qui sont correctement vérifiées, entretenues et maintenues conformes aux dispositions prévues dans les dossiers déposés lors des demandes d'autorisation. Un seul événement significatif de radioprotection a été déclaré à l'ASN ; il concerne le blocage d'une source (voir encadré ci-contre).

GRAPHIQUE 10

Répartition des accélérateurs de particules par finalités d'utilisation



Le premier accélérateur destiné à contrôler des trains de fret en France, installé à l'entrée du tunnel sous la Manche

L'ASN a autorisé en 2019 la détention et l'utilisation d'un accélérateur de particules sur le site SNCF de Fréthun (62), à l'entrée du tunnel sous la Manche, pour le contrôle des trains de marchandises circulant à destination de la Grande-Bretagne. Les contrôles, opérés par les agents des douanes françaises, visent à sécuriser les chargements empruntant le tunnel en améliorant la détection de produits illicites à bord des trains. Il s'agit du premier équipement de ce type installé sur le territoire français. Le projet a tout d'abord nécessité la délivrance d'une première autorisation par l'ASN au fournisseur de l'appareil (sur la base d'une instruction portant notamment sur la conception de l'appareil et ses sécurités intrinsèques), lui permettant de mettre en service l'installation et de former les utilisateurs. Elle a été suivie par la délivrance de deux autres autorisations portant, pour l'une, sur la détention de l'appareil, délivrée à la société Eurotunnel et, pour l'autre, sur l'utilisation de l'appareil délivrée aux douanes françaises. L'ouvrage met en œuvre un accélérateur de particules et une colonne de détection permettant l'obtention d'images qui sont analysées par les agents des douanes. L'ASN a été particulièrement vigilante lors des différentes phases d'instruction, à la garantie du respect des conditions de radioprotection pour les travailleurs, notamment les conducteurs de trains, et pour le public. L'installation comporte les moyens nécessaires à la protection des personnes

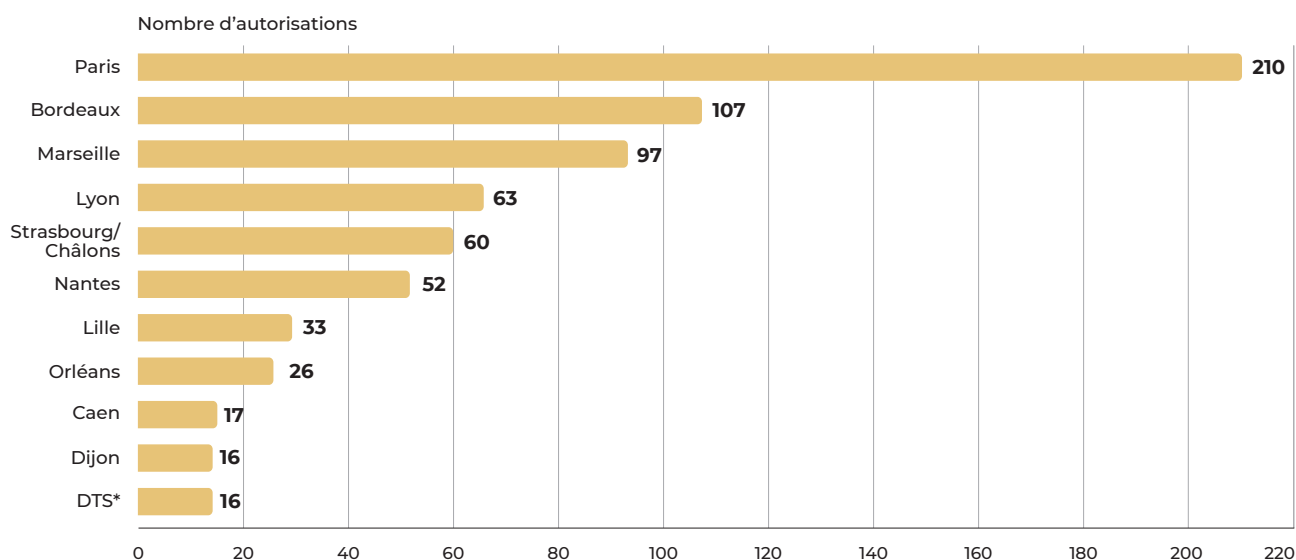


contre les rayonnements ionisants, en interdisant notamment le déclenchement des tirs en présence de personnes à l'intérieur de la zone de contrôle : parois renforcées visant à atténuer le rayonnement, dispositif de barrières lumineuses permettant de détecter une intrusion, caméras intelligentes capables d'identifier la présence d'individus et donc d'interrompre ou d'éviter l'émission de rayons X, dispositif d'arrêt d'urgence aisément accessible, informations visuelles et sonores aux abords du site.

08

GRAPHIQUE 11

Répartition sur le territoire national, selon l'entité ASN compétente, des établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées dans le domaine de la recherche en 2019



* La Direction du transport et des sources instruit les activités de recherche lorsqu'elles sont liées à des fournisseurs de sources de rayonnements ionisants.

3.3 Les accélérateurs de particules

3.3.1 Les équipements utilisés

Un accélérateur de particules est défini comme étant un appareillage ou une installation dans lequel des particules chargées électriquement sont soumises à une accélération, émettant des rayonnements ionisants d'une énergie supérieure à 1 MeV (mégaélectronvolt).

Ces installations, lorsqu'elles répondent aux caractéristiques visées à l'[article R. 593-3 du code de l'environnement](#) relatif à la nomenclature des INB, sont répertoriées en tant qu'INB.

Certaines applications nécessitent le recours à des faisceaux de photons ou d'électrons produits par des accélérateurs de particules. Le parc d'accélérateurs de particules, qu'ils se présentent sous forme linéaire (linacs) ou circulaire (synchrotrons), comprend en France environ 60 installations recensées (hors cyclotrons –

voir point 4.2 – et hors INB), comptant un peu plus d'une centaine d'accélérateurs de particules, qui peuvent être utilisées dans des domaines très divers, tels que :

- la recherche, pouvant nécessiter parfois le couplage de plusieurs machines (accélérateur, implantateur...);
- la radiographie (accélérateur fixe ou mobile);
- la radioscopie de camions et de conteneurs lors des contrôles douaniers (accélérateurs fixes ou mobiles);
- la modification des propriétés des matériaux;
- la stérilisation;
- la conservation de produits alimentaires;
- ...

Dans le domaine de la recherche, on peut citer deux installations de production de rayonnement synchrotron en France : l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*) de Grenoble et le synchrotron Soleil (Source optimisée de lumière d'énergie) à Gif-sur-Yvette.

Depuis quelques années, des accélérateurs de particules sont utilisés en France pour la lutte contre la fraude et les grands

trafics internationaux. Cette technologie, jugée efficace par les opérateurs, doit cependant être mise en œuvre sous certaines conditions afin de respecter les règles de radioprotection applicables aux travailleurs et au public, en particulier :

- l'interdiction d'activation des produits de construction, des biens de consommation et des denrées alimentaires prévue par l'article R. 1333-2 du code de la santé publique précitée, en veillant à ce que l'énergie maximale des particules émises par les accélérateurs mise en œuvre exclut tout risque d'activation des matières contrôlées;
- l'interdiction d'usage des rayonnements ionisants sur le corps humain à d'autres fins que médicales;
- la mise en place de procédures permettant de s'assurer que les contrôles opérés sur les marchandises ou les véhicules de transport ne conduisent pas à une exposition accidentelle de travailleurs ou de personnes. La recherche de migrants clandestins dans les véhicules de transport au moyen de technologies ionisantes est ainsi interdite en France. Lors de contrôles de type douanier par technologie scanner sur les camions, par exemple, les chauffeurs doivent être tenus éloignés du camion

L'université Paul Sabatier à Toulouse mise en demeure d'évacuer ses déchets radioactifs

En 2014, les [inspecteurs de l'ASN](#) avaient constaté la présence de plus de 600 sources scellées périmées et déchets contaminés entreposés dans deux locaux. Ces entreposages présentaient un véritable enjeu de radioprotection étant donné le volume et la nature des déchets accumulés, le risque de contamination associé et la difficulté à assurer leur sécurité face à d'éventuels actes de malveillance.

L'ASN avait alors demandé leur évacuation avant fin 2017 et la transmission, chaque trimestre, d'un état d'avancement de la démarche.

Malgré les relances et inspections successives, l'ASN a [constaté en 2018](#) que plus de 370 sources et déchets étaient toujours entreposés par l'université. De plus, les locaux présentaient un risque avéré de contamination nécessitant le port d'une surtenuie pour y accéder.

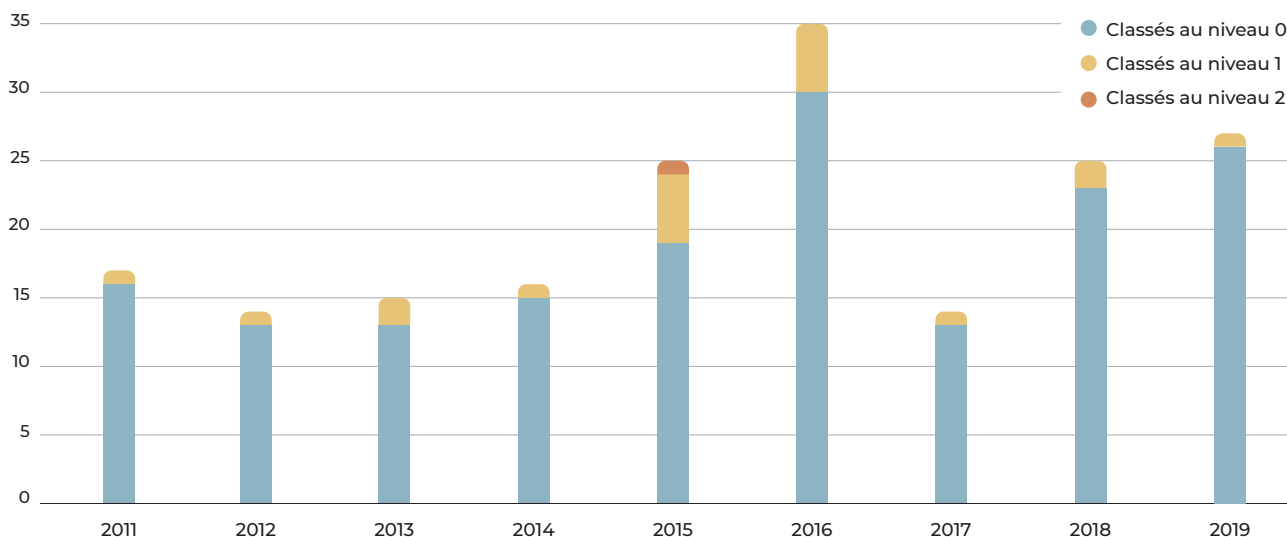
En avril 2019, l'ASN a donc [mis en demeure](#) l'université Paul Sabatier de faire évacuer, sous un an, les 8 sources périmées et 4 déchets contaminés qui présentent les enjeux radiologiques les plus importants.

À la suite de la mise en demeure de l'ASN, l'université a accéléré ses démarches d'évacuation des sources et des déchets auprès de ses différents fournisseurs, de l'Andra et du CEA. En 2019, elle a fait évacuer 8 sources et déchets sur les 12 visés par la mise en demeure. En 2020, une inspection permettra de vérifier le respect complet de la mise en demeure et de faire un point de l'état d'avancement des évacuations des autres sources et déchets non visés par la procédure administrative.

En août 2019, l'ASN a également conditionné le renouvellement de l'autorisation de détention de sources scellées et non scellées, en prescrivant l'entreposage des sources et des déchets dans des locaux non contaminés, pourvus d'un revêtement facilement décontaminable.

GRAPHIQUE 12

Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN dans le secteur de la recherche



Les activités de recherche

L'utilisation de rayonnements ionisants dans les activités de recherche intervient dans les différents domaines que sont la recherche médicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, la caractérisation de matériaux... Elle s'exerce en majorité par l'emploi de sources non scellées (iode-125, phosphore-32, phosphore-33, soufre-35, tritium-3, carbone-14...).

Des sources scellées (barium-133, nickel-63, césium-137, cobalt-60...) sont également utilisées dans des chromatographes en phase gazeuse ou

des compteurs à scintillation ou, avec des sources de plus fortes activités, dans des irradiateurs.

Des générateurs électriques émettant des rayons X servent à des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Par ailleurs, on note l'existence de scanners pour petits animaux (recherche en cancérologie) dans des laboratoires de recherche et de facultés de médecine. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

et d'autres contrôles doivent être mis en place avant l'irradiation pour détecter l'éventuelle présence de migrants clandestins, afin d'éviter une exposition non justifiée de personnes pendant le contrôle.

3.3.2 L'état de la radioprotection

L'utilisation d'accélérateurs de particules présente des enjeux importants pour la radioprotection des travailleurs ; ces installations font l'objet d'une attention particulière de l'ASN et sont donc régulièrement inspectées. En 2018, l'ASN a mis en place des indicateurs d'inspection spécifiques aux accélérateurs de particules, qui permettent désormais de mieux évaluer, à l'échelle nationale, sur la base de critères communs, l'état de la radioprotection dans ce secteur d'activité.

En 2018 et 2019, 31 établissements équipés de ces appareils ont été contrôlés par l'ASN (soit 49 % du parc national).

L'état de la radioprotection dans les établissements utilisant ces équipements est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences permettant de mener cette activité dans de bonnes conditions de radioprotection (organisation de la radioprotection, formation, vérifications techniques et conception des locaux dans lesquels sont utilisés ces appareils) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité des exploitants concernés.

Cependant, ces inspections ont également permis d'identifier des axes d'amélioration sur lesquels l'ASN restera vigilante :

- le respect de la fréquence imposée par la réglementation pour les vérifications techniques externes ainsi que le traitement formalisé des non-conformités, qui peuvent être décelées à cette occasion ;
- la présence d'un dispositif de déverrouillage actionnable depuis l'intérieur des locaux dans lesquels sont utilisés des accélérateurs de particules ;
- le bon fonctionnement du signal sonore associé à la procédure de ronde, cette dernière permettant de s'assurer de l'absence de personnes dans le local avant de pouvoir autoriser l'émission de rayonnements ionisants.

Enfin, en ce qui concerne le retour d'expérience, aucun événement significatif de radioprotection n'a été déclaré à l'ASN en 2019, hormis des événements récurrents liés à l'utilisation d'accélérateurs de particules lors de contrôles sécuritaires. En effet, lors de ces contrôles, les services des douanes prennent des précautions (par exemple, la diffusion de messages d'information en plusieurs langues) pour éviter l'irradiation non justifiée de personnes qui pourraient être dissimulées dans ces véhicules (voir point 3.3.1). Cependant, malgré ces dispositions, les services des douanes déclarent régulièrement à l'ASN des événements liés à l'exposition de personnes dissimulées dans les véhicules

contrôlés. Néanmoins, cette exposition, bien que non justifiée, demeure très faible, avec des doses efficaces engagées de l'ordre de quelques microsieverts.

3.4 Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées

3.4.1 Les équipements utilisés

Dans le secteur de la recherche, l'ASN dénombre au 31 décembre 2019, 697 autorisations délivrées au titre du code de la santé publique, dont 93 % délivrées à des structures publiques ou mixtes (publiques/privées). Le nombre d'autorisations est en diminution constante depuis 5 ans puisqu'environ 10 autorisations sont abrogées en moyenne chaque année. Cette réduction s'explique essentiellement par deux facteurs : soit la cessation d'utilisation de sources de rayonnements ionisants au profit de technologies alternatives non ionisantes (exemple : marquage cellulaire par immunofluorescence¹, etc.), soit par le regroupement des autorisations de plusieurs laboratoires, en une seule autorisation dont le responsable d'activité nucléaire est généralement le directeur de la nouvelle structure créée. S'ajoute à ces facteurs, et ce depuis début 2019, le passage de certaines activités nucléaires du régime d'autorisation au régime de déclaration (voir point 2.4.2). Ces établissements et laboratoires utilisent majoritairement des sources non scellées pour la recherche médicale et biomédicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, les sciences de la matière et des matériaux... Ils peuvent par ailleurs être des fournisseurs de sources non scellées. Ils utilisent aussi des sources scellées pour la réalisation de chromatographies en phase gazeuse, de comptages par scintillation ou dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X sont aussi mis en œuvre pour des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

3.4.2 L'état de la radioprotection

En 2019, l'ASN a procédé à 45 inspections dans ce secteur (47 inspections réalisées par an en moyenne sur la période de 2017-2019). De manière générale, il ressort que les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche, grâce à une prise de conscience globale des enjeux de radioprotection.

Parmi les progrès constatés, l'ASN souligne une grande implication des conseillers en radioprotection (CRP) en interaction avec les équipes de recherche, permettant ainsi une meilleure prise en compte de la radioprotection, notamment lors des manipulations mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants.

1. L'immunofluorescence est une technique d'immunomarquage qui utilise des anticorps et des fluorochromes.

Les cyclotrons

Un cyclotron est un équipement de 1,5 à 4 mètres de diamètre, appartenant à la famille des accélérateurs circulaires de particules. Les particules accélérées sont principalement des protons dont l'énergie peut atteindre jusqu'à 70 MeV. Un cyclotron est composé de deux électroaimants circulaires produisant un champ magnétique et entre lesquels règne un champ électrique, permettant la rotation et l'accélération des particules à chaque tour effectué. Les particules accélérées viennent frapper une cible qui va être activée et produire des radionucléides.

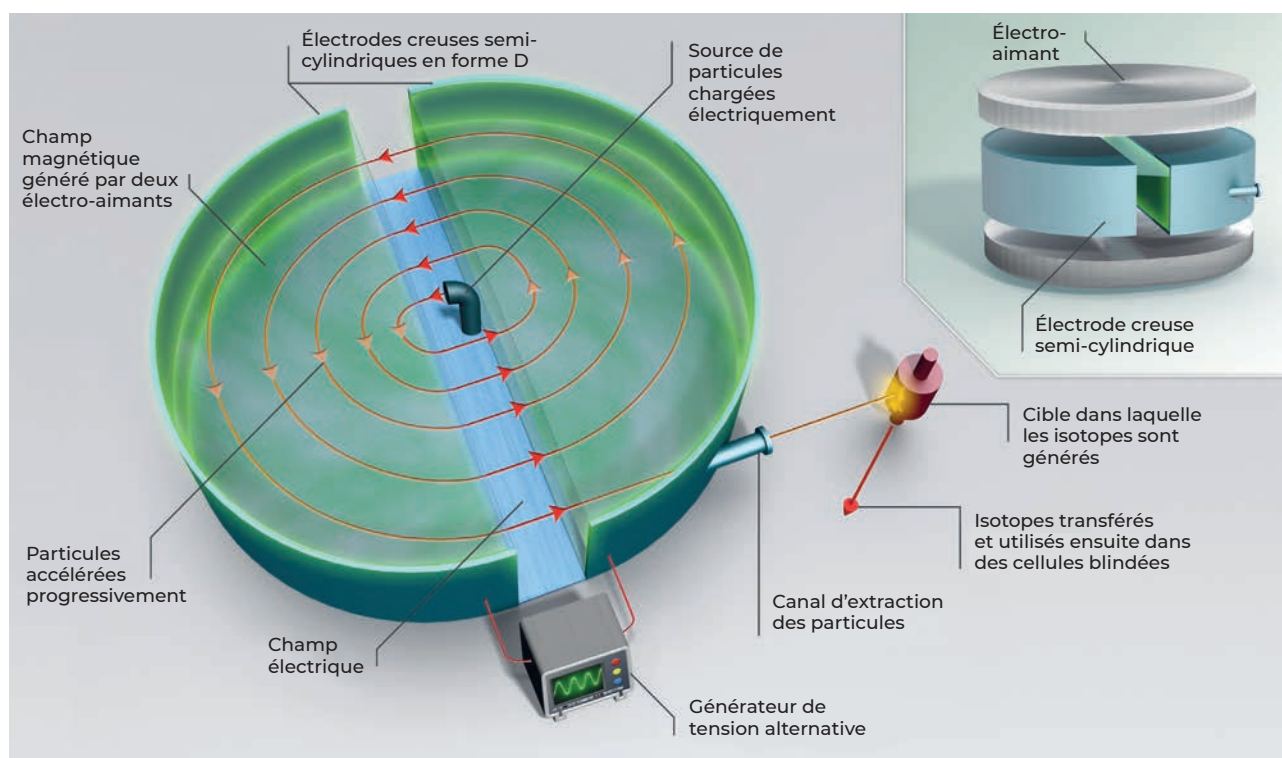
Les cyclotrons de basse et moyenne énergie sont principalement utilisés en recherche et dans l'industrie pharmaceutique pour fabriquer des radionucléides émetteurs de positons, tels que le fluor-18 ou le carbone-11. Les radionucléides sont ensuite combinés à des molécules plus ou moins complexes pour devenir des médicaments radiopharmaceutiques utilisés en imagerie médicale. Le plus connu est le ^{18}F -FDG (fluorodésoxyglucose marqué au fluor-18), médicament

injectable fabriqué industriellement et couramment utilisé pour le diagnostic précoce de certains cancers.

D'autres médicaments radiopharmaceutiques fabriqués à partir de fluor-18 ont également été développés ces dernières années, tels que la ^{18}F -Choline, le ^{18}F -Na, la ^{18}F -DOPA et d'autres radiopharmaceutiques pour l'exploration du cerveau. Dans une moindre mesure, les autres émetteurs de positons pouvant être fabriqués avec un cyclotron d'une gamme d'énergie équivalente à celle nécessaire pour la production du fluor-18 et du carbone-11 sont l'oxygène-15 et l'azote-13. Toutefois, leur utilisation est encore limitée, du fait de leur période très courte.

Les ordres de grandeur des activités mises en jeu pour le fluor-18 habituellement rencontrés dans les établissements pharmaceutiques varient de 30 à 500 GBq par tir de production. Les radionucléides émetteurs de positons fabriqués dans le cadre de la recherche mettent en jeu, quant à eux, des activités limitées, en général, à quelques dizaines de GBq.

Schéma simplifié de fonctionnement d'un cyclotron



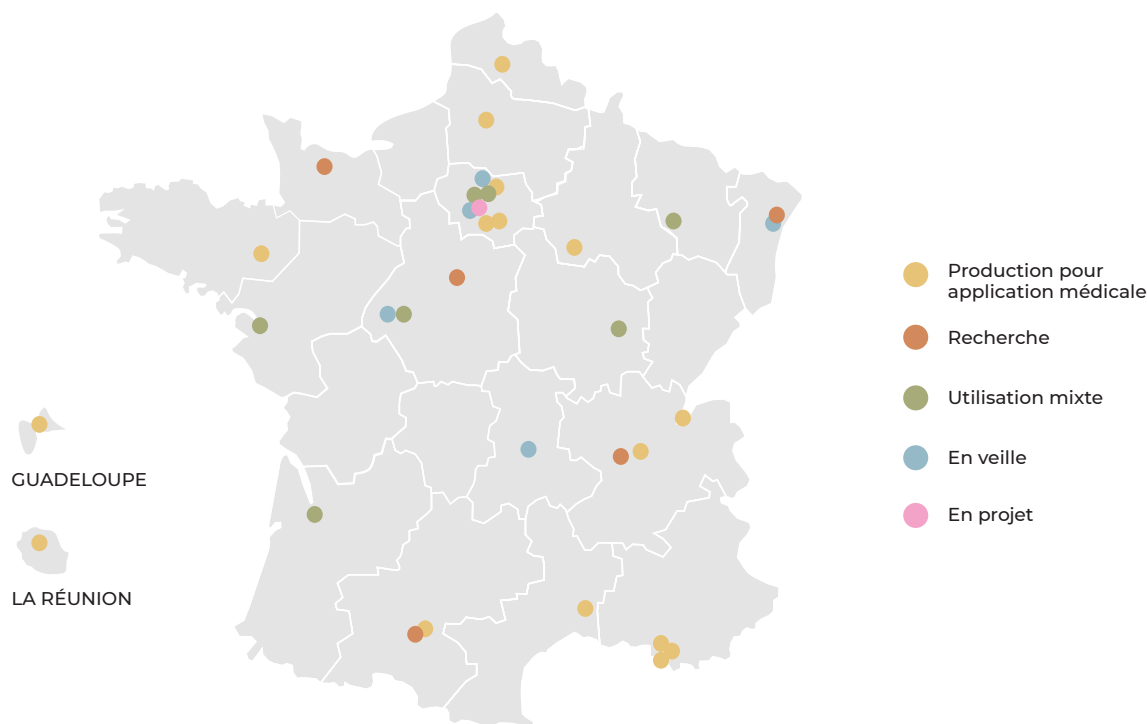
Les autres améliorations marquantes concernent les conditions d'entreposage et d'élimination des déchets et des effluents, notamment la mise en place de procédures de contrôle avant leur élimination.

La prise en compte de ce sujet reste toutefois encore contrasté suivant les exploitants et il demeure un point de vigilance particulièrement prégnant dans les universités qui ont historiquement entreposé leurs sources périmées et leurs déchets contaminés

par des radionucléides, parfois sur de très longues durées, plutôt que de les évacuer régulièrement, ce qui aujourd'hui pose deux difficultés principales :

- face à leur diversité, la reprise des déchets et des sources ne peut s'effectuer qu'après une identification et une caractérisation précises,
- cette reprise représente un coût financier important qui n'a pas été anticipé.

Implantation des cyclotrons en France



Les difficultés techniques, économiques et réglementaires concernant l'élimination d'anciennes sources scellées perdurent donc, ce malgré l'entrée en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2015 du [décret n° 2015-231 du 27 février 2015](#) relatif à la gestion des sources radioactives scellées usagées. En effet, ce texte, qui a pour objectif de faciliter l'élimination des sources scellées, ouvre la possibilité aux détenteurs de sources de rechercher différentes filières d'élimination auprès des fournisseurs de sources ou de l'Andra, sans imposer la restitution de la source au fournisseur d'origine.

L'ASN a par ailleurs identifié des axes de progrès qui resteront des points de vigilance lors des prochaines inspections, concernant notamment le classement des personnes travaillant sous rayonnements ionisants qui est en général surévalué par les employeurs, et l'absence de mise en place systématique de systèmes d'enregistrements et d'analyse des événements indésirables et des événements significatifs de radioprotection (ESR).

En effet, parmi les structures ayant fait l'objet d'une inspection, 27 % d'entre elles ne disposent toujours pas d'un tel système d'enregistrement (toutefois contre 35 % en 2018). En 2019, l'ASN a enregistré 27 ESR concernant les activités de recherche (voir graphique 12).

Les événements significatifs déclarés sont principalement de trois types :

- la découverte de sources (41 %) ;
- le rejet de radionucléides non autorisé dans l'environnement ou une évacuation des déchets vers une mauvaise filière (8 %) ;
- l'exposition ou la contamination de travailleurs lors de manipulation de sources non scellées (26 %).

La prédominance des deux premières causes d'ESR correspond aux constats déjà dressés sur la période 2016-2018. Les découvertes de sources s'expliquent notamment par une mauvaise traçabilité générale : comme souligné ci-avant, absence d'actions visant à leur élimination au moment de la cessation d'activités des laboratoires dans le passé, et/ou tenue irrégulière et non exhaustive des inventaires de sources.

Le rejet non autorisé de radionucléides dans l'environnement et l'évacuation de déchets vers une mauvaise filière sont liés à la forme des sources utilisées dans ce secteur, majoritairement des sources sous forme non scellée. Ces événements doivent faire l'objet d'une déclaration à l'ASN, y compris lorsque les déchets sont retrouvés et réorientés vers les filières appropriées.

Les cas d'exposition incidentelle ou de contamination des travailleurs sont quant à eux, légèrement en augmentation en 2019. Le retour d'expérience a montré que les doses reçues par les travailleurs restent cependant largement en dessous des limites réglementaires.

Enfin, l'ASN poursuit également sa collaboration avec l'Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (IGAENR), compétente en matière d'inspection du travail dans le secteur de la recherche publique. Une convention, signée en 2014, prévoit l'échange d'informations réciproques, permettant d'améliorer l'efficacité et la complémentarité des inspections. Une rencontre annuelle permet de faire le point sur le fonctionnement de cette collaboration.

4. Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN

4.1 Les enjeux

Le contrôle par l'ASN des [fournisseurs de sources](#) de radionucléides ou d'appareils en contenant a pour but la radioprotection des futurs utilisateurs. Il repose, d'une part, sur l'examen technique des appareils et sources sous l'angle de la sûreté du fonctionnement et des conditions de radioprotection pour l'utilisation et la maintenance futures. Il permet d'assurer, d'autre part, le suivi des mouvements de sources, la récupération et l'élimination des sources usagées ou en fin de vie. Les fournisseurs de sources ont également un rôle pédagogique vis-à-vis des utilisateurs.

À l'heure actuelle, seuls les fournisseurs de sources radioactives scellées ou d'appareils en contenant et de sources radioactives non scellées sont réglementés en France (voir point 2.3.1). Il est répertorié environ 150 fournisseurs à enjeux et, parmi eux, 33 cyclotrons de basse et moyenne énergie sont actuellement autorisés au titre du code de la santé publique en France.

4.2 Les cyclotrons

• Fonctionnement

Au 31 décembre 2019, 29 cyclotrons étaient en fonctionnement. Parmi ceux-ci, 16 sont utilisés exclusivement pour la production quotidienne de médicaments radiopharmaceutiques, 6 sont utilisés à des fins de recherche et 7 sont utilisés pour un usage mixte de production et de recherche.

• L'évaluation de la radioprotection dans le domaine des cyclotrons

Dans ce domaine, l'ASN exerce sa mission de contrôle depuis début 2010; chaque nouvelle installation ou toute modification importante d'une installation existante fait l'objet d'une instruction complète par l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection sur ces installations doivent être pris en compte dès la conception. L'application des normes, en particulier la norme NF M 62105 « Accélérateurs industriels : installations », ISO 106482 « Enceintes de confinement » et ISO 17873 « Système de ventilation des installations nucléaires », permet une utilisation sécurisée des équipements et apporte une réduction importante des risques.

Les établissements disposant d'un cyclotron et fabriquant des radionucléides et des produits en contenant sont soumis à des limites de rejets d'effluents gazeux fixées dans leur autorisation. Les niveaux de rejets dépendent des fréquences et des types de production réalisée.

Afin de diminuer au maximum l'activité rejetée en sortie de cheminée, des systèmes de filtration et de piégeage des effluents gazeux sont installés dans les enceintes de production et dans les réseaux d'extraction des installations. Certains exploitants ont également mis en place des systèmes de récupération des gaz pour décroissance avant leur rejet, installés au plus près des enceintes blindées, permettant une diminution notable des activités rejetées dans l'environnement.

De ce fait, les niveaux d'activités rejetées et la faible période des radionucléides rejetés sous forme gazeuse conduisent à une absence d'impact significatif sur le public et l'environnement.

L'ASN poursuit, avec l'IRSN, une étude engagée en 2016 sur les rejets gazeux émis dans l'environnement par ces installations. Les conclusions des premiers travaux, qui ont impliqué à la fois l'IRSN et les exploitants, ont permis d'établir en 2018 une doctrine en matière de rejets d'effluents gazeux dont les points saillants font l'objet d'un projet de texte réglementaire. En parallèle, de

nouvelles évaluations de l'impact de rejets des installations situées à proximité d'habitations ont été réalisées au moyen d'outils de modélisation mieux adaptés aux champs proches. Ces travaux se poursuivront en 2020 et dans les années à venir, selon un plan de charge établi par l'ASN et l'IRSN.

L'ASN réalise une dizaine d'inspections dans ce type d'établissements chaque année (13 en 2019). Les aspects liés à la radioprotection, à la sécurité d'utilisation ainsi qu'au bon fonctionnement des cyclotrons et des plateformes de production font l'objet d'une attention particulière lors des inspections. Le champ des inspections réalisées inclut, outre les éléments relatifs à la radioprotection, la gestion des événements internes, le suivi et la maintenance des équipements de production, le contrôle des systèmes de surveillance et d'asservissement ainsi que les bilans des rejets gazeux. Ces établissements disposent d'une organisation de la radioprotection satisfaisante et d'une bonne connaissance de la réglementation. Des plans d'action nationaux sont mis en place par les exploitants et sont suivis par l'ASN, dans l'objectif d'une amélioration continue de la radioprotection et de la sécurité de ces installations.

Trois événements significatifs concernant la radioprotection ont été déclarés en 2019. Aucun de ces événements n'a conduit à des expositions significatives des travailleurs ou du public. Un événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES du fait du franchissement de la limite des rejets gazeux fixées dans l'autorisation. Des actions correctives ont été mises en place par l'exploitant, parmi lesquelles un dispositif de suivi en continu des rejets permettant de détecter immédiatement une éventuelle dérive des rejets d'effluents gazeux.

Il existe des disparités dans les moyens techniques et organisationnels mis en œuvre par les exploitants, en fonction de l'ancienneté des installations et de la nature des activités réalisées (recherche ou production industrielle). Le retour d'expérience dans ce domaine a conduit l'ASN à rédiger, avec l'appui de l'IRSN, un projet de texte réglementaire sur les règles techniques de conception et d'exploitation applicables aux établissements produisant des radionucléides au moyen d'un cyclotron. Ce projet de texte a fait l'objet d'une consultation des parties prenantes en 2016. Une nouvelle version a été élaborée en 2018, prenant en compte les observations reçues et incluant des chapitres supplémentaires sur la maîtrise et le suivi des rejets d'effluents gazeux. Cette seconde version a fait l'objet d'une nouvelle consultation des parties prenantes en 2019. Les conclusions de ces premiers travaux sont cependant déjà utilisées dans le cadre de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation et pour fixer les prescriptions individuelles des autorisations qui sont délivrées aux exploitants. Les échanges se poursuivront en 2020 avec l'IRSN et la DGT afin de finaliser ce projet de texte et de disposer d'un référentiel réglementaire unique pour l'ensemble du secteur d'activité concerné.

4.3 Les autres fournisseurs de sources

• L'évaluation de la radioprotection

Les fournisseurs de sources radioactives, hors cyclotrons, proposent des solutions techniques dans les divers domaines de l'industrie, du médical ou de la recherche. Il peut s'agir de fabricants de sources « nues » ou d'appareils contenant des sources radioactives scellées, de fabricants de sources non scellées ou bien de distributeurs qui importent des sources provenant de l'étranger. Dans tous les cas, l'ASN instruit les dossiers de demande d'autorisation des sources que ces fournisseurs souhaitent distribuer sur le territoire français.

En 2019, 28 inspections de fournisseurs hors cyclotrons ont été réalisées, chez les fabricants/distributeurs de sources scellées ou non scellées, les établissements impliqués dans le démantèlement et le reconditionnement de DFCI, les sociétés assurant la récupération de paratonnerres et celles assurant la fabrication et l'installation de générateurs X (bien que ne disposant pas encore d'autorisation de distribution, ces équipements sont réglementés en utilisation, incluant ainsi les opérations de mise en service et de maintenance réalisées par les entreprises les commercialisant). Une partie de ces inspections a porté sur des établissements étrangers distribuant sur le territoire français.

Ces inspections ont permis de contrôler environ un tiers des établissements à enjeux sur la base d'indicateurs spécifiques, notamment liés aux responsabilités des fournisseurs vis-à-vis du suivi des sources et de la reprise des sources scellées en fin de vie pour en assurer une élimination conforme aux enjeux de radioprotection de la population et de l'environnement.

L'état de la radioprotection lié à l'activité de distribution de radio-nucléides est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences et responsabilités qui incombent aux exploitants (vérifications nécessaires à la distribution, vérifications techniques des sources distribuées, mise en place des flux de reprise, transmission des informations à l'IRSN) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité d'entre eux. Ces inspections ont également permis de sensibiliser les fournisseurs de sources aux évolutions réglementaires à venir, notamment celles relatives à la prise en compte de la protection des sources radioactives qu'ils détiennent ou qu'ils s'approprient à distribuer, contre les actes de malveillance.

Cependant, ces inspections et l'analyse des déclarations d'événements significatifs ont également permis d'identifier des points de vigilance, parmi lesquels on peut notamment citer :

- la capacité des fournisseurs à préparer et à effectuer des opérations de mise en service, de maintenance ou de chargement/déchargement de sources dans les appareils conçus à cet effet. En effet, ces manipulations nécessitent un certain nombre d'actions préalables de coordination entre l'entreprise qui demande l'une de ces prestations de service et le fournisseur autorisé, afin d'assurer la radioprotection des travailleurs (du personnel du fournisseur lors de la prestation et celle de l'utilisateur lors de la remise en service de l'équipement) ;
- leur aptitude à suivre de manière complète et exhaustive les sources, depuis leur distribution jusqu'à leur reprise en fin de vie. En effet, le suivi est souvent incomplet et l'identification des sources qui sont ou vont être considérées comme périmées (10 ans à compter de la date du premier enregistrement figurant sur le formulaire de fourniture) n'est pas suffisamment anticipée, ce qui ralentit la fluidité des reprises ;
- leur vigilance quant à la bonne réalisation des vérifications en amont des livraisons. La moitié des événements significatifs déclarés met en effet en évidence des lacunes quant aux vérifications effectuées. L'objectif de ces vérifications, pour lesquelles le fournisseur doit mettre en place une organisation adaptée (par des blocages informatiques ou des vérifications au cours de la préparation « physique » de la commande), est de s'assurer que la livraison d'une source n'induit pas de dépassement des limites de l'autorisation du client ou une autre non-conformité susceptible d'entraîner un événement significatif pour la radioprotection (par exemple, l'exposition non justifiée d'un opérateur) ;
- la capacité des fournisseurs étrangers à assurer leurs responsabilités vis-à-vis de la transmission des informations de distribution à l'IRSN (et de la mise à jour de l'inventaire national).

5. Conclusion et perspectives

• La mise en œuvre des nouveaux régimes administratifs encadrant les activités nucléaires

En 2019, dans l'objectif de son renforcement d'une approche graduée du contrôle, l'ASN a élaboré à partir de sa nomenclature de classement des différentes catégories d'activités nucléaires mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants, le projet de décision relative au régime d'enregistrement nouvellement applicable et introduit par le [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) susvisé portant diverses dispositions en matière nucléaire. Dans la continuité de cet objectif, l'ASN parachevera en 2020 ce projet de décision et préparera le projet de mise à jour de la décision relative aux activités nucléaires soumises au régime d'autorisation ; cette mise à jour inclura le volet relatif à la distribution des appareils électriques émettant des rayons X.

• Le contrôle de protection des sources radioactives contre les actes de malveillance

L'ASN a été désignée autorité de contrôle des dispositions visant à la protection de la majorité des sources radioactives contre les actes de malveillance. La publication du décret précité a permis l'entrée en vigueur, mi-2018, des premières dispositions en la matière : les responsables d'activités nucléaires doivent notamment autoriser individuellement l'accès aux sources les plus dangereuses, leur convoyage et l'accès aux informations les protégeant.

Ces dispositions ont fait l'objet de vérifications lors des inspections en 2019. Les premières inspections ont permis de constater que cette thématique est mal connue et donc encore peu prise en compte. Au-delà du fait qu'il s'agit de dispositions réglementaires nouvelles, les sites concernés doivent intégrer cette dimension

nouvelle dans leur culture d'entreprise. À ce titre, l'arrêté du 29 novembre 2019 susvisé prévoit que la direction valide une « politique de protection contre la malveillance », puis qu'elle délègue l'autorité et les ressources nécessaires au responsable d'activité nucléaire chargé de sa mise en œuvre.

Le fait que les premières dispositions de l'arrêté, applicables à partir de mi-2020, soient à documenter dans les dossiers de demande de modification ou de renouvellement d'autorisation devrait accélérer la prise en charge de ces nouvelles responsabilités. Concomitamment, l'ASN poursuivra en 2020 au cours d'inspections, la vérification de la prise en compte de ces nouvelles dispositions. L'ASN fera également œuvre de pédagogie pour sensibiliser ses interlocuteurs à cette nouvelle réglementation et en expliquer les détails et les attendus.

L'ASN a par ailleurs continué les actions qu'elle a engagées pour anticiper la formation de ses agents et le développement d'outils adaptés pour une prise en charge efficace de cette nouvelle mission. Trois à quatre sessions de formation sont dorénavant organisées annuellement. L'effort de formation se poursuivra en 2020.

Enfin, l'ASN adaptera les outils qu'elle utilise déjà pour assurer le contrôle de la radioprotection (formulaires relatifs à la constitution des demandes d'autorisation, guide explicatif à destination des professionnels, dispositions relatives aux inspections et à la déclaration des actes de malveillance). Elle veillera, en outre, à mener une communication ciblée et régulière à destination des professionnels concernés.

09



LE TRANSPORT

DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

1 Les flux de transport de substances radioactives 260

2 La réglementation encadrant les transports de substances radioactives 262

- 2.1 Les risques associés aux transports de substances radioactives
- 2.2 Le principe de défense en profondeur
- 2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis
 - 2.3.1 Les colis exceptés
 - 2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles
 - 2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles
 - 2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium
 - 2.3.5 Les colis de type C
- 2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport
 - 2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public
 - 2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules
 - 2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport
- 2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence
- 2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

3 Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives 267

- 3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection
- 3.2 La protection contre les actes de malveillance
- 3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

4 L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives 268

- 4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition
- 4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis
 - 4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages
 - 4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages
 - 4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément
 - 4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis
 - 4.2.5 Le contrôle de la préparation à la gestion des situations d'urgence
 - 4.2.6 L'analyse des événements relatifs au transport

4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives

- 4.3.1 Participation aux travaux de l'AIEA
- 4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale

4.4 Contribuer à l'information du public

4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports

- 4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports
- 4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangères de l'ASN

Le transport de substances radioactives

Le [transport de substances radioactives](#) constitue un secteur particulier du transport des marchandises dangereuses, caractérisé par les risques liés à la radioactivité. Le champ du [contrôle de la sûreté](#)

du transport de substances radioactives couvre de nombreux domaines d'activité dans les secteurs industriels, médicaux et de la recherche. Il s'appuie sur une [réglementation internationale](#) exigeante.

1. Les flux de transport de substances radioactives

Les marchandises dangereuses susceptibles d'être transportées sont réparties par la réglementation en neuf « classes », en fonction de la nature du risque associé (par exemple : matières explosibles, toxiques, inflammables...). La classe 7 correspond aux substances radioactives.

Le transport de substances radioactives se distingue par sa grande diversité. Les colis de substances radioactives peuvent peser de quelques centaines de grammes à plus de 100 tonnes et l'activité radiologique de leur contenu peut s'étendre de quelques milliers de becquerels à des milliards de milliards de becquerels pour les colis de combustibles nucléaires irradiés. Les enjeux de sûreté sont également très variés. La très grande majorité des colis présente individuellement des enjeux de sûreté limités, mais une faible part des colis présente de très forts enjeux de sûreté.

Environ 770 000 transports de substances radioactives ont lieu chaque année en France. Cela correspond à environ 980 000 colis de substances radioactives, ce qui représente quelques pourcents du total des colis de marchandises dangereuses transportés chaque année en France. La très grande majorité des transports sont effectués par route, mais quelques transports ont également lieu par voie ferrée, par mer et par air (voir tableau 1). Ces transports concernent trois secteurs d'activité : l'industrie non nucléaire, le secteur médical et l'industrie nucléaire (voir graphique 1).

Une majorité des colis transportés sont à destination de l'[industrie, ou de la recherche](#), non nucléaire : il s'agit le plus souvent d'appareils contenant des [sources radioactives](#) qui ne sont pas utilisés à poste fixe et doivent donc être transportés très fréquemment. On peut, par exemple, citer les appareils de détection de plomb dans les peintures, utilisés pour les diagnostics immobiliers, ou les appareils de gammagraphie utilisés pour détecter par radiographie des défauts dans les matériaux. Les déplacements vers les différents chantiers expliquent le très grand nombre de transports pour l'industrie non nucléaire. Les enjeux de sûreté sont très variables ; en effet, la source radioactive contenue dans les détecteurs de plomb a une très faible activité radiologique, alors que celle contenue dans les appareils de gammagraphie a une activité nettement plus élevée.

Environ un tiers des colis transportés sont utilisés dans le [secteur médical](#) : il s'agit de fournir les centres de soins en sources radioactives, par exemple des sources scellées utilisées en radiothérapie ou des produits radiopharmaceutiques, et d'évacuer les déchets radioactifs. L'activité des produits radiopharmaceutiques décroît rapidement (par exemple, la période radioactive du fluor-18 est proche de 2 heures). Par conséquent, ces produits doivent être très régulièrement acheminés vers les services de médecine nucléaire, ce qui occasionne un nombre élevé de transports, dont la bonne réalisation est critique pour la continuité des soins. La plupart de ces produits ont des activités faibles ; néanmoins, une petite proportion d'entre eux, comme

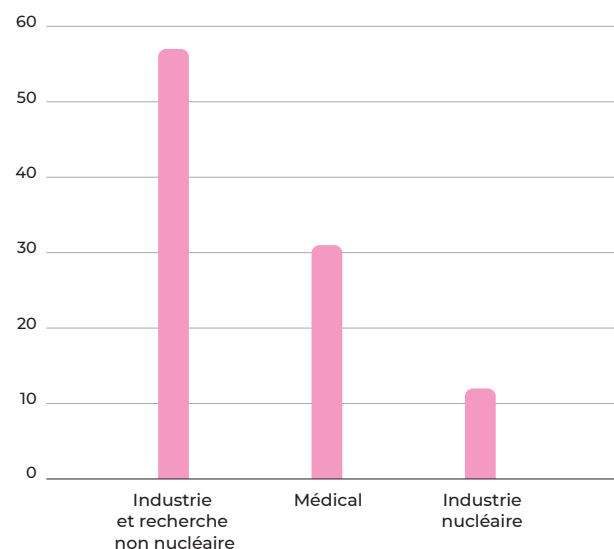
les sources utilisées en radiothérapie ou les sources irradiées servant à la production du technétium (utilisé en imagerie médicale), présente des enjeux de sûreté significatifs.

Enfin, 12 % des colis transportés en France sont en lien avec l'[industrie nucléaire](#). Cela représente environ 19 000 transports annuels, pour 114 000 colis. Ces transports sont nécessaires au fonctionnement du [cycle du combustible](#), du fait de la répartition des différentes installations et des centrales nucléaires sur le territoire national (voir carte ci-après). Suivant l'étape du cycle, la forme physico-chimique et l'activité radiologique des substances varient fortement. Les transports à très forts enjeux de sûreté sont notamment les transports d'hexafluorure d'uranium (UF_6) enrichi ou non (dangereux notamment du fait des propriétés toxiques et corrosives du fluorure d'hydrogène formé par l' UF_6 au contact de l'eau), les évacuations de combustibles irradiés en direction de l'usine de retraitement de La Hague et les transports de certains déchets nucléaires. Parmi les transports liés à l'industrie nucléaire, on dénombre annuellement environ :

- 200 transports organisés pour acheminer les combustibles irradiés des centrales électronucléaires exploitées par EDF vers l'usine de retraitement [Orano de La Hague](#) ;
- une centaine de transports de plutonium sous forme d'oxyde entre l'usine de retraitement de La Hague et l'usine de production de combustible de [Melox](#), située dans le Gard ;
- 250 transports d' UF_6 servant à la fabrication du combustible ;

GRAPHIQUE 1

Proportion des colis transportés par domaine d'activité en %



Transports associés au cycle du combustible en France

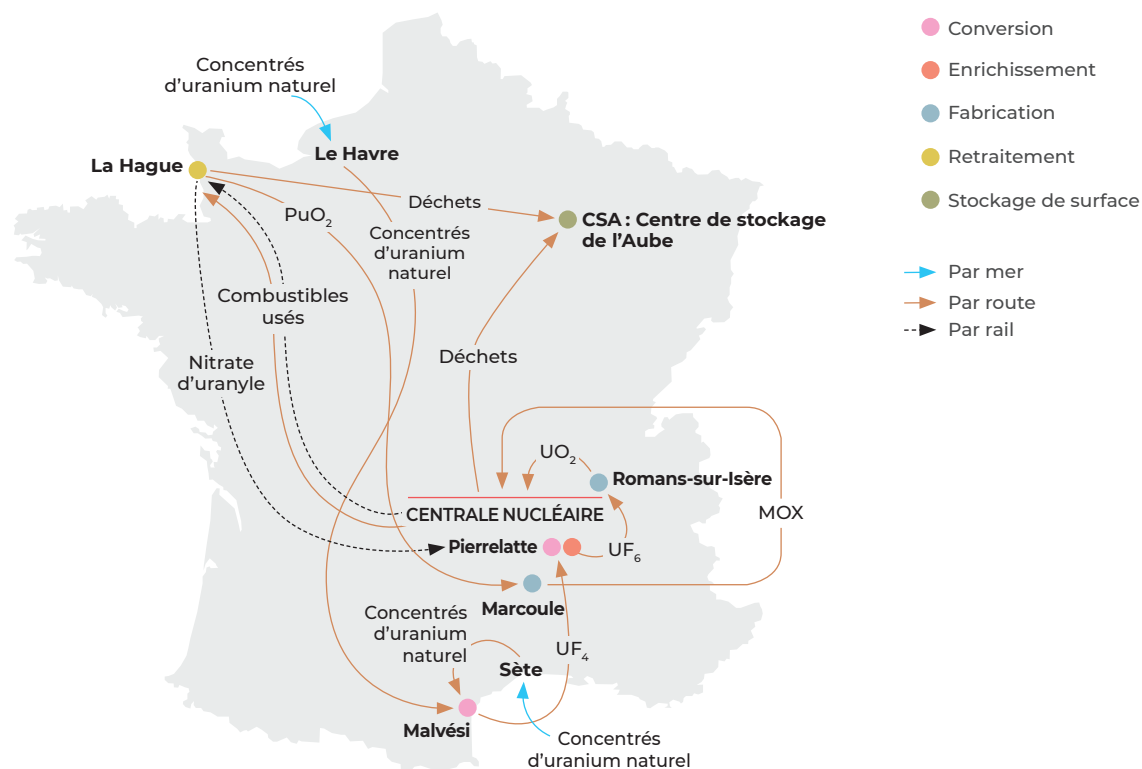


TABLEAU 1

Répartition par mode de transport (chiffres arrondis)

ORDRE DE GRANDEUR DU NOMBRE DE COLIS ET DE TRANSPORTS		ROUTE	ROUTE ET AIR	ROUTE ET RAIL	ROUTE ET MER	ROUTE, MER ET RAIL	ROUTE, MER ET AIR
Colis agréés par l'ASN	Nombre de colis	18 000	1 300	460	1 900	0	0
	Nombre de transports	12 500	1 250	380	390	0	0
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Nombre de colis	870 000	47 000	2 900	6 800	34 500	5 300
	Nombre de transports	740 000	21 000	530	910	80	5 300

- 400 transports de combustible neuf à base d'uranium et une cinquantaine de transports de combustible neuf « **MOX** » (Mélange d'OXYdes) à base d'uranium et de plutonium ;
- 2 000 transports en provenance ou à destination de l'étranger ou transitant par la France, pour environ 58 000 colis transportés (colis de type industriel, A et B).

Les données statistiques présentées dans ce chapitre sont issues d'une étude menée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en 2012. Celle-ci s'appuie sur des informations collectées en 2011 auprès de tous les expéditeurs de substances radioactives (installations nucléaires de base – INB, laboratoires, hôpitaux, fournisseurs et utilisateurs de sources...), ainsi que sur les rapports des conseillers à la sécurité des transports. Une synthèse est disponible sur asn.fr (rubrique Informer).

2. La réglementation encadrant les transports de substances radioactives

Étant donné que les transports peuvent franchir les frontières, la [réglementation](#) encadrant les transports de substances radioactives repose sur des prescriptions à caractère international élaborées par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Elles sont regroupées dans le document *Specific Safety Requirements – 6* (SSR-6), qui sert de base aux réglementations européenne et française sur le sujet.

2.1 Les risques associés au transport de substances radioactives

Les risques majeurs associés au transport de substances radioactives sont les suivants :

- le risque d'[irradiation](#) externe de personnes dans le cas de la détérioration de la protection radiologique des colis (matériau qui permet de réduire le rayonnement au contact des colis de substances radioactives) ;
- le risque d'inhalation ou d'ingestion de particules radioactives en cas de relâchement de substances radioactives hors de l'emballage ;
- la contamination de l'environnement dans le cas de relâchement de substances radioactives ;
- le démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne non contrôlée (risque de [criticité](#)) pouvant occasionner une irradiation grave des personnes. Ce risque ne concerne que les substances fissiles.

Par ailleurs, les substances radioactives peuvent également présenter un risque chimique. C'est le cas, par exemple, pour le transport d'uranium naturel, faiblement radioactif, et dont le risque prépondérant pour l'homme est lié à la nature chimique du composé, notamment en cas d'ingestion. De même, l' UF_6 , utilisé dans le cadre de la fabrication des combustibles pour les centrales électronucléaires, peut conduire, en cas de relâchement et de contact avec l'eau, à la formation d'acide fluorhydrique, qui est un puissant agent corrosif et toxique.

Par nature, les transports ont lieu sur l'ensemble du territoire national et sont soumis à de nombreux aléas difficiles à contrôler ou à anticiper, comme le comportement des autres véhicules empruntant la même voie de circulation. Il n'est donc pas possible d'exclure la possibilité qu'un accident de transport se produise en un point donné du territoire national, éventuellement à proximité immédiate des populations. Contrairement aux événements se déroulant au sein des INB, le personnel des industriels concernés est généralement dans l'incapacité d'intervenir immédiatement, voire de donner l'alerte (si le chauffeur est tué dans l'accident), et les premiers services de secours à intervenir ne sont *a priori* pas spécialisés dans la gestion du risque radioactif.

Pour faire face à ces risques, une réglementation spécifique a été mise en place pour encadrer les transports de substances radioactives.

2.2 Le principe de défense en profondeur

La sûreté des transports, comme la sûreté des installations, est fondée sur le concept de défense en profondeur, qui consiste à mettre en œuvre plusieurs niveaux de protection, techniques ou organisationnels, afin de garantir la sûreté du public, des travailleurs et de l'environnement, en conditions de routine, en cas d'incident et en cas d'accident sévère. Dans le cas du transport, la défense en profondeur repose sur trois niveaux de protection complémentaires :

- la [robustesse du colis](#), qui permet d'assurer un maintien des fonctions de sûreté, y compris en cas d'accident sévère si les enjeux le justifient. Afin de garantir cette robustesse, la

réglementation prévoit des épreuves de référence auxquelles le colis doit résister ;

- la fiabilité des opérations de transport, qui permet de réduire l'occurrence des anomalies, des incidents et des accidents. Cette fiabilité est assurée par le respect des exigences réglementaires, telles que la formation des différents intervenants, la mise en place d'un système d'assurance de la qualité pour toutes les opérations, le respect des conditions d'utilisation des colis, l'arrimage efficace des colis... ;
- la gestion des situations d'urgence, qui permet de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Ce troisième niveau passe, par exemple, par la préparation et la diffusion de consignes à appliquer par les différents acteurs en cas d'urgence, la mise en place de plans d'urgence, la réalisation d'exercices de crise.

La robustesse des colis est particulièrement importante : le colis doit en dernier recours apporter une protection suffisante pour limiter les conséquences d'un incident ou d'un accident (en fonction de la dangerosité du contenu).

2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis

On distingue cinq grandes familles de colis : colis exceptés, colis de type industriel, colis de type A, colis de type B, colis de type C. Ces familles sont définies en fonction des caractéristiques de la matière transportée, comme l'activité radiologique totale, l'activité spécifique, qui correspond au caractère plus ou moins concentré de la matière, et la forme physico-chimique.

La réglementation définit des épreuves, qui simulent des incidents ou des accidents, à l'issue desquelles les fonctions de sûreté restent assurées. La sévérité des épreuves réglementaires est adaptée au danger potentiel de la substance transportée. De plus, des exigences supplémentaires s'appliquent aux colis transportant de l' UF_6 ou des matières fissiles, du fait des risques spécifiques présentés par ces substances.

2.3.1 Les colis exceptés

Les colis exceptés permettent de transporter des quantités faibles de substances radioactives, comme les produits radiopharmaceutiques de très faible activité. Du fait des enjeux de sûreté très limités, ces colis ne sont soumis à aucune épreuve de qualification.

TABLEAU 2

Répartition des colis transportés par type

TYPE DE COLIS		PART APPROXIMATIVE DES COLIS TRANSPORTÉS ANNUELLEMENT
Colis agréés par l'ASN	Colis de type B, colis contenant des matières fissiles et colis contenant de l' UF_6	2 %
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Colis de type A ne contenant pas de substances radioactives fissiles	32 %
	Colis industriels ne contenant pas de substances radioactives fissiles	8 %
	Colis exceptés	58 %

Ils doivent toutefois respecter un certain nombre de spécifications générales, notamment relatives à la radioprotection, pour garantir que le niveau de rayonnement autour des colis exceptés reste très bas.

2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles

Les colis de type A permettent, par exemple, de transporter des radionucléides à usage médical couramment utilisés dans les services de médecine nucléaire, comme les générateurs de technétium. L'activité totale pouvant être contenue dans un colis de type A est limitée par la réglementation.

Les colis de type A doivent être conçus pour résister aux incidents pouvant être rencontrés lors du transport ou des opérations de manutention ou d'entreposage (petits chocs, empilement des colis, chute d'un objet perforant sur le colis, exposition à la pluie). Ces situations sont simulées par les épreuves suivantes :

- exposition à un orage important (hauteur de précipitation de 5 centimètres par heure pendant au moins 1 h) ;
- chute sur une surface indéformable d'une hauteur variable selon la masse du colis (maximum 1,20 mètre) ;
- compression équivalente à cinq fois la masse du colis ;
- pénétration d'une barre standard par chute d'une hauteur d'1 mètre sur le colis.

Des épreuves supplémentaires sont nécessaires en cas de contenu sous forme liquide ou gazeuse.

Les colis industriels permettent de transporter de la matière avec une faible concentration d'activité ou des objets ayant une contamination surfacique limitée. Les matières uranifères extraites de mines d'uranium à l'étranger sont, par exemple, acheminées en France à l'aide de fûts industriels de 200 litres chargés dans des colis industriels. Trois sous-catégories de colis industriels existent en fonction de la dangerosité du contenu. Selon leur sous-catégorie, les colis industriels sont soumis aux mêmes épreuves que les colis de type A, à une partie d'entre elles ou seulement aux dispositions générales applicables aux colis exceptés.

Grâce aux restrictions imposées sur les contenus autorisés, les conséquences en cas de destruction d'un colis de type A ou d'un colis industriel resteraient gérables, à condition de prendre des mesures adaptées de gestion des accidents. La réglementation n'impose donc pas que ces types de colis résistent à un accident sévère.

Du fait de leurs enjeux limités, les colis industriels et de type A ne font pas l'objet d'un agrément par l'ASN : la conception et la réalisation des épreuves relèvent de la responsabilité du fabricant. Ces colis et leurs dossiers de démonstration de sûreté sont contrôlés par sondage lors des inspections de l'ASN.

2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles

Les colis de type B sont les colis permettant de transporter les substances les plus radioactives, comme les [combustibles irradiés](#) ou les [déchets nucléaires vitrifiés de haute activité](#). Les colis contenant des substances fissiles sont des colis de type industriel, A ou B qui sont de plus conçus pour transporter des matières contenant de l'uranium-235 ou du plutonium et pouvant de ce fait conduire au démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne incontrôlée. Il s'agit essentiellement de colis utilisés par l'industrie nucléaire. Les appareils de gammagraphie relèvent également de la catégorie des colis de type B.

Compte tenu du niveau de risque élevé présenté par ces colis, la réglementation impose qu'ils soient conçus de façon à garantir, y compris en cas d'accident sévère de transport, le maintien

de leurs fonctions de confinement de la matière radioactive et de protection radiologique (pour les colis de type B), ainsi que de sous-criticité (pour les colis contenant des matières fissiles). Les conditions accidentelles sont simulées par les épreuves suivantes :

- une épreuve de chute de 9 mètres de haut sur une cible indéformable. Le fait que la cible soit indéformable signifie que toute l'énergie de la chute est absorbée par le colis, ce qui est très pénalisant. En effet, si un colis lourd chute sur un sol réaliste, le sol se déformera et absorbera donc une partie de l'énergie. Une chute sur une cible indéformable de 9 mètres peut donc correspondre à une chute d'une hauteur nettement plus élevée sur un sol réaliste. Cette épreuve permet également de simuler le cas où le véhicule percuterait un obstacle. Lors de la chute libre de 9 mètres, le colis arrive à environ 50 kilomètres à l'heure sur la cible. Cependant, cela correspond à un choc réel à bien plus grande vitesse, car, dans la réalité, le véhicule et l'obstacle absorberaient tous deux une partie de l'énergie ;
- une épreuve de poinçonnement : le colis est lâché depuis 1 mètre de hauteur sur un poinçon métallique. Le but est de simuler l'agression du colis par des objets perforants (par exemple, des débris arrachés au véhicule lors d'un accident) ;
- une épreuve d'incendie de 800 °C pendant 30 minutes. Cette épreuve simule le fait que le véhicule puisse prendre feu après un accident ;
- une épreuve d'immersion sous 15 mètres d'eau pendant 8 heures. Cette épreuve permet de tester la résistance à la pression, pour le cas où le colis tomberait dans de l'eau (dans un fleuve en bord de route ou dans un port lors du déchargement d'un navire). Certains colis de type B doivent de plus subir une épreuve poussée d'immersion, qui consiste en une immersion sous 200 mètres d'eau pendant une heure.

Les trois premières épreuves (chute, poinçonnement et incendie) doivent être réalisées successivement sur le même spécimen de colis. Elles doivent être réalisées dans la configuration la plus pénalisante (orientation du colis, température extérieure, position du contenu...).

Les modèles de colis de type B et ceux contenant des substances fissiles doivent recevoir un agrément de l'ASN ou, dans certains cas, d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler. Pour obtenir cet agrément, le concepteur du modèle de colis doit démontrer dans le dossier de sûreté la résistance aux épreuves mentionnées ci-dessus. Cette démonstration est habituellement apportée au moyen d'épreuves réalisées sur une maquette à échelle réduite représentant le colis et de calculs numériques (pour simuler le comportement mécanique et thermique, ou pour évaluer le risque de criticité).

2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium

L'UF₆ est utilisé dans le cycle du combustible. C'est sous cette forme que l'uranium est enrichi. On trouve donc de l'UF₆ naturel – c'est-à-dire formé d'uranium naturel –, de l'UF₆ enrichi – c'est-à-dire avec une composition isotopique enrichie en uranium-235 – et de l'UF₆ appauvri.

Outre les dangers présentés du fait de sa radioactivité, voire de son caractère fissile, l'UF₆ présente aussi un fort risque chimique. La réglementation prévoit donc des prescriptions particulières pour les colis d'UF₆. Ils doivent satisfaire aux prescriptions de la norme ISO 7195, qui régit la conception, la fabrication et l'utilisation des colis. Ces colis sont de plus soumis à trois épreuves :

- une épreuve de chute libre entre 0,3 et 1,2 mètre (selon la masse du colis) sur cible indéformable ;
- une épreuve thermique, avec un feu de 800 °C durant 30 minutes ;
- une épreuve de tenue hydrostatique à 27,6 bars.

Les colis contenant de l' ^{235}U enrichi, donc fissile, sont également soumis aux prescriptions présentées précédemment (voir point 2.3.3).

L' ^{235}U est transporté dans des cylindres métalliques, de type 48Y ou 30C. Dans le cas de l' ^{235}U enrichi, ce cylindre est transporté avec une coque de protection, qui fournit la protection nécessaire pour résister aux épreuves applicables aux colis contenant des matières fissiles. Les modèles de colis contenant de l' ^{235}U doivent également obtenir un agrément de l'ASN, ou d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler.

2.3.5 Les colis de type C

Les modèles de colis de type C sont destinés à transporter des substances hautement radioactives par voie aérienne. Il n'existe en France aucun agrément pour des colis de type C à usage civil.

2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport

2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public

La [radioprotection](#) des travailleurs et du public doit être une préoccupation constante lors des transports de substances radioactives. Le public et les travailleurs non spécialisés ne doivent pas être [exposés](#) à une dose supérieure à 1 mSv/an (millisievert par an). Cependant, cette limite n'est pas destinée à constituer une autorisation d'exposer le public jusqu'à 1 mSv. Notamment, les [principes](#) de justification et d'optimisation applicables à toute activité nucléaire s'appliquent aussi au transport de substances radioactives (voir chapitre 2).

La radioprotection fait l'objet de prescriptions précises dans la réglementation applicable au transport de substances radioactives. Ainsi, pour le transport par route, la réglementation prévoit que le débit de dose à la surface du colis ne doit pas dépasser 2 mSv/h. Cette limite peut être augmentée à 10 mSv/h en « utilisation exclusive »⁽¹⁾, car l'expéditeur ou le destinataire peuvent alors donner des consignes pour limiter les actions à proximité du colis. Dans tous les cas, le débit de dose ne doit pas dépasser 2 mSv/h au contact du véhicule et doit être inférieur à 0,1 mSv/h à 2 mètres du véhicule. En supposant qu'un véhicule de transport atteigne la limite de 0,1 mSv/h à 2 mètres, une personne devrait séjourner 10 heures en continu à 2 mètres du véhicule avant que la dose reçue n'atteigne la limite annuelle d'exposition du public.

Ces limites sont complétées par des exigences relatives à l'organisation de la radioprotection au sein des entreprises. En effet, les entreprises intervenant dans les opérations de transport doivent mettre en place un programme de protection radiologique, qui regroupe les dispositions prises pour protéger les travailleurs et le public des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. Ce programme repose notamment sur une évaluation prévisionnelle des doses auxquelles sont exposés les travailleurs et le public. En fonction des résultats de cette évaluation, des actions d'optimisation doivent être mises en place pour rendre ces doses aussi basses que raisonnablement possible (principe ALARA⁽²⁾ – *As Low as Reasonably Achievable*) : par exemple, des chariots plombés peuvent être mis à disposition des maintenanceurs pour réduire leur exposition. Cette évaluation permet également de décider de la mise en place d'une dosimétrie pour mesurer la dose reçue par les travailleurs, s'il est prévu que celle-ci risque de dépasser 1 mSv/an. Enfin, l'ensemble des acteurs

Prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants

L'instruction conjointe de l'ASN et du ministère du Travail n° [DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018](#) relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants élargit le champ d'application de la notion de « zonage », qui vise à limiter l'exposition des travailleurs et du public, aux opérations d'acheminement de substances radioactives réalisées à l'intérieur d'un établissement, de ses dépendances ou chantiers. Ainsi, les phases de chargement ou de déchargement d'un colis sur un moyen de transport, de modification de convoi, de rupture de charge ou de stationnement intermédiaire qui ont lieu dans l'emprise d'un établissement ou de ses dépendances peuvent donner lieu à la mise en place d'une zone « surveillée » ou « contrôlée », selon les caractéristiques des colis transportés.

du transport doit être formé aux risques liés aux rayonnements, afin de connaître la nature des risques, ainsi que la manière de s'en protéger et d'en protéger les autres.

Les travailleurs qui interviennent lors des transports de substances radioactives sont par ailleurs soumis aux dispositions du code du travail relatives à la protection contre les rayonnements ionisants.

L'ASN a publié, le 29 mars 2018, le [Guide n° 29](#) destiné à accompagner les transporteurs dans la mise en œuvre de leurs obligations réglementaires relatives à la radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a prévu d'engager en 2020 une mise à jour de ce guide afin de prendre en compte les nouvelles dispositions du code du travail et du code de la santé publique qui résultent de la transposition de la [directive 2013/59/Euratom](#) (dite directive « BSS »). Elle continuera en 2020 ses actions de pédagogie à destination des professionnels, notamment en communiquant sur les évolutions réglementaires.

2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules

Afin que les travailleurs puissent être informés du niveau de risque présenté par chaque colis, et donc pour qu'ils puissent s'en protéger efficacement, la réglementation impose que les colis soient étiquetés. Les étiquettes sont de trois types ; elles correspondent à différents niveaux de débit de dose au contact et à 1 mètre du colis. Les travailleurs intervenant à proximité du colis ont ainsi un moyen visuel de savoir quels sont les colis engendrant les débits de dose les plus importants et peuvent limiter leur temps à proximité de ceux-ci et les éloigner le plus possible (par exemple, en les chargeant à l'arrière du véhicule).

Les colis contenant des matières fissiles doivent, en outre, porter une étiquette spécifique. En effet, pour prévenir le risque de démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne, ces colis doivent être éloignés les uns des autres. L'étiquette spécifique permet de vérifier facilement le respect de cette prescription.

1. L'utilisation exclusive correspond au cas où le véhicule est utilisé par un seul expéditeur. Celui-ci peut alors donner des instructions spécifiques pour le déroulement de l'ensemble des opérations de transport.

2. Le principe ALARA (*As Low As Reasonably Achievable* – au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre) est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection.

Instauration d'un régime d'autorisation à des fins de sécurité

En application des articles [L. 1333-8](#) et [R. 1333-146](#) du code de la santé publique, l'ASN prévoit de réviser en 2020 sa [décision n°2015-DC-0503](#) relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français pour soumettre à autorisation les opérations de transport des sources les plus radioactives en raison des enjeux qu'elles présentent en matière de sécurité. Ainsi, sera soumis à autorisation l'activité de transport des sources radioactives scellées, ou lots de sources de catégorie A, B ou C, tels que définis à l'annexe 13-7 au code de la santé publique.

Enfin, le marquage des colis doit comporter leur type, l'adresse de l'expéditeur ou du destinataire et un numéro d'identification. Cela permet d'éviter les erreurs de livraison et de pouvoir identifier les colis en cas de perte.

Les véhicules transportant des colis de substances radioactives doivent également avoir une signalisation spécifique. Comme tous les véhicules transportant des marchandises dangereuses, ils portent une plaque orange à l'avant et à l'arrière. De plus, ils doivent arborer une plaque-étiquette présentant un trèfle et indiquant « Radioactive ». L'objectif de la signalisation des véhicules est de fournir de l'information aux services de secours en cas d'accident.

2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport

La réglementation définit les responsabilités des différents acteurs qui interviennent au cours de la vie d'un colis, depuis sa conception jusqu'à son transport à proprement parler. Des exigences spécifiques sont associées à ces responsabilités. Ainsi :

- le concepteur du modèle de colis doit avoir conçu et dimensionné l'emballage en fonction des conditions d'utilisation prévues et des exigences réglementaires. Pour les colis de type B ou fissiles ou contenant de l'UF₆, il doit obtenir un agrément de l'ASN (ou, dans certains cas, d'une autorité étrangère) ;
- le fabricant doit réaliser l'emballage conformément à la description qui en est faite par le concepteur ;
- l'expéditeur a la responsabilité de remettre au transporteur un colis conforme aux exigences réglementaires. Il doit en particulier s'assurer que le transport de substance est autorisé, vérifier que le colis est adapté à son contenu, utiliser un colis en bon état et agréé (si besoin), effectuer les mesures de débit de dose et de contamination et étiqueter le colis ;
- le transport peut être organisé par un commissionnaire de transport. Celui-ci est chargé, pour le compte de l'expéditeur ou du destinataire, d'obtenir toutes les autorisations nécessaires et d'envoyer les différentes notifications requises par la réglementation. Il doit aussi sélectionner le moyen de transport, la société de transport et l'itinéraire en fonction des exigences réglementaires ;
- le chargeur est responsable du chargement du colis dans le véhicule et de son arrimage conformément aux instructions spécifiques de l'expéditeur et aux règles de l'art ;
- le transporteur, et notamment le conducteur, a la charge du bon déroulement de l'acheminement. Il doit notamment veiller au bon état du véhicule, à la présence de l'équipement de bord

- (extincteurs, équipements de protection individuelle du conducteur...), au respect des limites de débit de dose autour du véhicule et à l'apposition des plaques orange et plaques-étiquettes ;
- le destinataire a l'obligation de ne pas différer, sans motif impératif, l'acceptation de la marchandise et de vérifier, après le déchargement, que les prescriptions le concernant sont bien respectées. Il doit notamment effectuer des mesures de débit de dose sur le colis après réception pour détecter un éventuel problème qui aurait pu survenir au cours du transport ;
- le propriétaire des colis doit mettre en place un système de maintenance conforme à ce qui est décrit dans le dossier de sûreté et le certificat d'agrément, afin de garantir le maintien en bon état des éléments importants pour la sûreté.

Tous les acteurs du transport doivent mettre en place un système de management de la qualité, qui consiste en un ensemble de dispositions permettant de garantir le respect des exigences réglementaires et d'être en mesure d'en apporter la preuve. Cela consiste, par exemple, à effectuer des doubles contrôles indépendants des opérations les plus importantes, à mettre en place des listes à remplir pour s'assurer que les opérateurs n'oublient aucune action, à garder une trace de toutes les opérations et de tous les contrôles effectués... Le système de management de la qualité est un élément fondamental pour assurer la fiabilité des opérations de transport.

De plus, la réglementation prévoit que tous les opérateurs intervenant dans le transport reçoivent une formation adaptée à leurs fonctions et responsabilités. Cette formation doit notamment porter sur les mesures à prendre en cas d'accident.

Les entreprises qui acheminent, chargent, déchargent ou manutentionnent (après leur chargement et avant leur déchargement) des colis de substances radioactives sur le territoire français doivent déclarer ces activités de transport sur le [téléservice](#)⁽³⁾ de l'ASN avant de les mettre en œuvre. Ce téléservice est disponible en [langue anglaise](#) depuis mi-2019.

Les transports de certaines substances radioactives (notamment les substances fissiles) font l'objet d'une notification préalable adressée par l'expéditeur à l'ASN et au ministère de l'Intérieur sept jours avant le départ. Cette notification indique les matières

Identification du danger lors du transport routier

L'ASN a recommandé aux acteurs du transport routier, en janvier 2018, de renseigner le numéro ONU^(*) et, le cas échéant, le numéro d'identification du danger sur tous les panneaux oranges d'une unité de transport si le chargement est radioactif et correspond à un seul numéro ONU, que le transport soit effectué, ou non, sous utilisation exclusive. Dans le cas où cette recommandation ne serait pas suivie, des dispositions alternatives, tenant compte des éventuelles contraintes liées à la sécurité, doivent être prises par le transporteur ou l'expéditeur. Ils doivent s'assurer que les premiers services de secours arrivant sur les lieux d'un accident puissent connaître rapidement le type de substances radioactives transportées, y compris dans le cas où le conducteur est dans l'incapacité de fournir des renseignements et où les documents de transport sont inaccessibles.

* Organisation des Nations unies.

3. <https://teleservices.asn.fr>.

Modification de l'« arrêté TMD » : plan de gestion des incidents ou accidents

L'arrêté dit « TMD » du 29 mai 2009

a été modifié par [arrêté du 11 décembre 2018](#) afin, notamment, de préciser le contenu du plan de gestion des incidents et accidents de transport de matières radioactives.

Ainsi, ce plan doit décrire en particulier :

- l'organisation interne de l'entreprise pour gérer une situation d'incident ou d'accident ;
- les modalités de détection d'un incident ou accident, les critères de déclenchement du plan de gestion et les modalités d'alerte et d'information des services de secours ou des autorités compétentes ;
- les moyens techniques et humains envisagés, pouvant contribuer à la gestion d'un incident ou accident ;
- le maintien opérationnel du plan de gestion, dont notamment la formation des intervenants du transport à l'urgence et les exercices ou mises en situation.

transportées, les emballages utilisés, les conditions d'exécution du transport et les coordonnées de l'expéditeur, du transporteur et du destinataire. Elle permet aux pouvoirs publics de disposer rapidement des informations utiles en cas d'accident.

En 2019, 1 509 notifications ont été adressées à l'ASN.

2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence

La [gestion des situations d'urgence](#) est le dernier niveau de la défense en profondeur. En cas d'accident impliquant un transport, elle doit permettre d'en limiter les conséquences sur les personnes et l'environnement.

Un accident de transport pouvant avoir lieu n'importe où sur le territoire, il est vraisemblable que les premiers services de secours arrivant sur les lieux n'aient pas de formation spécifique au risque radiologique et que la population à proximité ne soit pas sensibilisée à ce risque. Il est donc particulièrement important que l'organisation de crise au niveau national soit suffisamment robuste pour tenir compte de ces éléments.

À ce titre, la réglementation prévoit des obligations pour les différents intervenants dans le domaine du transport. Ainsi, tous les intervenants doivent alerter immédiatement les services de secours en cas d'accident. Cela vaut notamment pour le transporteur, qui sera *a priori* le premier informé. Il doit également transmettre l'alerte à l'expéditeur. De plus, l'équipage du véhicule doit avoir à sa disposition dans la cabine des consignes écrites, indiquant notamment les premières actions à effectuer en cas d'accident (par exemple, activer le coupe-circuit si le véhicule en est équipé pour éviter le démarrage d'un incendie). Une fois l'alerte donnée, les intervenants doivent se mettre à la disposition des pouvoirs publics pour aider aux actions de secours, notamment en leur fournissant toutes les informations pertinentes. Cela concerne en particulier le transporteur et l'expéditeur, dont la connaissance du colis et de son contenu est précieuse pour déployer les mesures adaptées. Pour remplir ces obligations réglementaires, l'ASN recommande que les intervenants mettent en place des plans d'urgence permettant de définir à l'avance

une organisation et des outils qui leur permettront de réagir efficacement en cas de situation d'urgence réelle.

Il pourrait arriver que le conducteur soit dans l'incapacité de donner l'alerte, s'il est blessé ou tué lors de l'accident. Dans ce cas, la détection de la nature radioactive du chargement reposerait entièrement sur les premiers services de secours. Les plaques oranges et les plaques-étiquettes ornées d'un trèfle, présentes sur les véhicules, permettent ainsi de signaler la présence de marchandises dangereuses : les services de secours ont alors la consigne de faire évacuer de façon réflexe une zone d'un rayon de 100 m autour du véhicule et d'indiquer le caractère radioactif du chargement à la préfecture, qui alertera l'ASN.

La [gestion de l'accident](#) est pilotée par le préfet, qui commande les opérations de secours. En attendant que les experts nationaux soient en mesure de lui apporter des conseils, le préfet s'appuie sur le plan d'urgence mis en place pour faire face à ces situations. Une fois son centre d'urgence national créé, l'ASN est en mesure d'offrir son concours au préfet, en lui apportant des conseils techniques sur les actions plus spécifiques à mettre en place. L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)) appuie l'ASN dans cette mission, en évaluant l'état du colis accidenté et en prévoyant l'évolution de la situation. De plus, la division territoriale de l'ASN dépêche un agent auprès du préfet afin de faciliter la liaison avec le centre national d'urgence.

En parallèle, des moyens humains et matériels seraient envoyés dès que possible sur le lieu de l'accident (appareils de mesure de la radioactivité, moyens médicaux, moyens de reprise des colis...). Les équipes de pompiers spécialisées dans le risque radioactif (les Cellules mobiles d'intervention radiologique – [CMIR](#)) seraient mises à contribution, ainsi que les cellules mobiles de l'IRSN, voire les cellules mobiles de certains exploitants nucléaires (comme le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – [CEA](#), ou [EDF](#)), qui pourraient être réquisitionnées par le préfet en cas de besoin, même si le transport impliqué ne concernait pas ces exploitants.

Comme pour les autres types de situations d'urgence, la communication est un enjeu important en cas d'accident de transport, pour informer les populations de la situation et transmettre des consignes sur la conduite à tenir.

Afin de préparer les pouvoirs publics à l'éventualité d'un accident impliquant un transport de substances radioactives, des [exercices](#) sont organisés et permettent de tester l'ensemble de l'organisation qui serait mise en place.

L'ASN continuera en 2020 à œuvrer pour une bonne préparation des pouvoirs publics aux situations d'urgence impliquant un transport, notamment en promouvant la réalisation d'exercices de crise locaux et en diffusant des recommandations sur les actions à mener en cas d'accident.

Enfin, l'ASN a prévu de mettre à jour en 2020 le Guide relatif à la réalisation des études de danger exigées pour les installations de transport pouvant accueillir des marchandises dangereuses. L'objectif de ce guide est que les risques liés aux substances radioactives soient convenablement évalués pour permettre aux exploitants de définir, le cas échéant, des dispositions pertinentes pour les diminuer, sous le contrôle du préfet. Il permettra également de faire le lien avec les évaluations des conséquences d'une agression extrême sur un colis à enjeu, réalisées dans le cadre de la démarche des [évaluations complémentaires de sûreté](#) (ECS) engagée à la suite de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) (Japon) le 11 mars 2011. En effet, afin de tirer les leçons de cet accident, l'ASN a demandé aux exploitants d'installations nucléaires de base d'engager des ECS pour examiner la sûreté des installations en cas d'accident de faible probabilité,



Mesures radiologiques d'un colis industriel avant son expédition

mais pouvant avoir des conséquences importantes sur la sécurité, la santé et la salubrité publiques et la protection de l'environnement. Or les transports de substances radioactives se déroulant sur les voies de circulation publiques, la possibilité d'un accident d'une intensité supérieure aux exigences réglementaires de conception d'un colis ne peut pas être exclue. Pour les colis transportant les contenus les plus dangereux, les conséquences sur les personnes et l'environnement pourraient être importantes.

• Recommandations de l'ASN en cas d'accident de transport

La réponse des pouvoirs publics en cas d'accident de transport se déroule en trois phases :

- les services de secours arrivent sur les lieux et effectuent des actions de façon « réflexe » pour limiter les conséquences de l'accident et protéger la population. Le caractère radioactif des substances en jeu est découvert durant cette phase ;
- l'entité coordonnant l'action des secours confirme qu'il s'agit de substances radioactives, alerte l'ASN et l'IRSN et donne des consignes plus spécifiques aux intervenants en attendant le grément des centres de crise nationaux ;
- une fois les centres de crise de l'ASN et de l'IRSN grésés, une analyse plus poussée de la situation est menée afin de conseiller le directeur des opérations de secours.

3. Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives

3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection

En France, l'ASN est chargée depuis 1997 du contrôle de la sûreté et de la radioprotection du transport de substances radioactives pour les usages civils et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) assure ce rôle pour les transports liés à la défense nationale. Dans son domaine de compétence, l'ASN contrôle, du point de vue de la sûreté et de la radioprotection, toutes les étapes de la vie d'un colis : conception, fabrication, maintenance, expédition, transport à proprement parler, réception...

Durant les deux premières phases, les services de secours doivent gérer la situation sans l'appui des experts nationaux. L'ASN a donc élaboré en 2017, avec le concours de l'IRSN et de la Mission nationale d'appui à la gestion du risque nucléaire (MARN), un document destiné à guider l'action des services de secours. Il contient des informations générales sur la radioactivité, des conseils généraux aux services de secours pour intervenir en tenant compte des spécificités des transports de substances radioactives et des fiches organisées par type de substance, qui visent à fournir des informations et des conseils plus détaillés au coordinateur des actions de secours durant la phase 2.

2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

Des opérations de transport dites « opérations de transport interne » de marchandises dangereuses peuvent être réalisées sur les voies privées de sites nucléaires. Ces opérations ne sont alors pas soumises à la réglementation relative aux transports de marchandises dangereuses, qui ne s'applique que sur la voie publique. Pourtant, ces opérations présentent les mêmes risques et inconvénients que les transports de matières dangereuses sur la voie publique. Aussi, la sûreté de ces opérations doit être encadrée avec la même rigueur que tout autre risque ou inconvénient présent dans le périmètre des INB.

C'est pourquoi, depuis le 1^{er} juillet 2013, les opérations de transport interne de marchandises dangereuses sont soumises aux exigences de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Cet arrêté prévoit que les opérations de transport interne soient intégrées au référentiel de sûreté des INB.

Le code de l'environnement, complété par la [décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017](#), définit les opérations de transport interne qui doivent faire l'objet de demandes d'autorisation à l'ASN. Par ailleurs, l'ASN a publié en 2017 le [Guide n° 34](#) qui comporte des recommandations destinées aux exploitants pour la mise en œuvre des exigences réglementaires relatives aux opérations de transport interne.

En 2019, l'ASN a instruit des demandes d'autorisation relatives aux transports internes pour le CEA, EDF, [Orano Tricastin](#) et [Orano La Hague](#). En 2020, l'ASN instruira notamment des demandes d'autorisation permettant d'améliorer la robustesse de certains systèmes de transport interne utilisés par Orano La Hague.

Enfin, l'ASN étendra en 2020 les fonctionnalités de télédéclaration et de télétransmission des demandes d'autorisation de modification notable aux transports internes prévues aux articles [R. 593-59](#) et [R. 593-56](#) du code de l'environnement.

3.2 La protection contre les actes de malveillance

La lutte contre la malveillance consiste à prévenir les actes de sabotage, les pertes, disparitions, vols et détournements des matières nucléaires (au sens de l'[article R* 1411-11-19 du code de la défense](#)), qui pourraient être utilisées pour fabriquer des armes. Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) placé auprès du ministre chargé de l'énergie représente réglementairement l'autorité responsable de la lutte contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires.

Dans le domaine de la sécurité des transports, l'échelon opérationnel des transports (EOT) de l'IRSN, est chargé de la gestion et du traitement des demandes d'accord d'exécution des transports de matières nucléaires, du suivi de ces transports et de la transmission aux autorités des alertes les concernant. Cette mission de sécurité est définie par l'[arrêté du 18 août 2010](#) relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires en cours de transport. Ainsi, avant transport, le code de la défense impose aux transporteurs d'obtenir un accord d'exécution. L'EOT instruit les dossiers de demande correspondants. Cette instruction consiste à vérifier la conformité des dispositions prévues par rapport aux exigences définies par le code de la défense et l'[arrêté du 18 août 2010](#) précité.

L'ASN a engagé le processus de mise à jour de sa [décision n° 2015-DC-0503 du 12 mars 2015](#) relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français. Cette mise à jour vise à introduire un régime d'autorisation pour les activités de transport des sources les plus radioactives au vu des enjeux qu'elles présentent en matière de sécurité.

En 2019, l'ASN a mené une consultation publique sur les orientations qu'elle s'appropriait à retenir pour cette mise à jour. En 2020, l'ASN achèvera cette mise à jour en veillant notamment à l'interface entre les dispositions issues de la nouvelle réglementation relative à la protection des sources de rayonnements ionisants et des lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance ([arrêté du 29 novembre 2019](#)) et de la réglementation transport.

3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

La réglementation du transport de marchandises dangereuses relève de la Mission du transport des matières dangereuses ([MTMD](#)) du ministère chargé de l'environnement. Cette structure est chargée des actions relatives à la sécurité du transport des marchandises dangereuses hors classe 7 (radioactive) par voie routière, ferroviaire et de navigation intérieure. Elle dispose d'un organisme de concertation (la Commission interministérielle du transport de matières dangereuses – CITMD), appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relative au transport des marchandises dangereuses par chemin de fer, par route et par voie de navigation intérieure. Les contrôles sur le terrain sont assurés par les contrôleurs des transports terrestres, rattachés aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal).

Afin que le contrôle des marchandises dangereuses soit aussi cohérent que possible, l'ASN collabore régulièrement avec les administrations concernées.

L'ASN interviendra en 2020, comme ce fut le cas en 2019, dans le cadre de la formation des inspecteurs de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) en charge du contrôle du transport aérien de marchandises dangereuses, afin de leur présenter les spécificités de la classe 7, ainsi que le retour d'expérience des inspections de l'ASN sur ces thèmes.

La répartition des différentes missions de contrôle est synthétisée dans le tableau 3.

4. L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives

4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition

Les colis de types B et C, ainsi que les colis contenant des matières fissiles et ceux qui contiennent plus de 0,1 kilogramme d' UF_6 , doivent disposer d'un [agrément de l'ASN](#) pour pouvoir être transportés. Les concepteurs des modèles de colis qui font une demande d'agrément auprès de l'ASN doivent fournir, à l'appui de leur demande, un dossier de sûreté permettant de démontrer la conformité du colis à l'ensemble des prescriptions réglementaires. Avant de prendre la décision de délivrer ou non un agrément, l'ASN instruit ce dossier, en s'appuyant sur l'expertise de l'IRSN, pour vérifier que les démonstrations sont pertinentes et probantes. Le cas échéant, la délivrance de l'agrément est accompagnée de demandes afin que la démonstration de sûreté soit complétée.

Dans certains cas, l'expertise de l'IRSN est complétée par une réunion du Groupe permanent d'experts pour les transports ([GPT](#)). Les avis des groupes permanents d'experts sont systématiquement publiés sur [asn.fr](#). Le certificat d'agrément précise les conditions de fabrication, d'utilisation et de maintenance du colis de transport. Il est délivré pour un modèle de colis, indépendamment de l'opération de transport à proprement parler, pour laquelle aucun avis préalable n'est en général requis de l'ASN. Cette opération peut cependant être soumise à des contrôles au titre de la sécurité (protection physique des matières contre la malveillance sous le contrôle du HFDS du ministère chargé de l'environnement).

Les agréments sont délivrés en général pour une période de cinq ans.

Dans le cas où un colis ne peut pas satisfaire à toutes les prescriptions réglementaires, la réglementation prévoit néanmoins la possibilité de réaliser son transport en effectuant une expédition sous arrangement spécial. L'expéditeur doit alors définir

des mesures compensatoires permettant d'atteindre un niveau de sûreté équivalent à celui qui aurait été obtenu si les prescriptions réglementaires avaient été satisfaites. Par exemple, s'il n'est pas complètement démontré qu'un colis résiste à la chute de 9 mètres, une mesure compensatoire peut être de réduire la vitesse du véhicule, de le faire escorter et de choisir un itinéraire évitant une telle hauteur de chute. La probabilité d'un accident sévère, et donc d'un choc violent sur le colis, est ainsi fortement diminuée. Une expédition sous arrangement spécial ne peut se faire qu'avec l'accord de l'autorité compétente, qui émet alors une approbation d'expédition sous arrangement spécial stipulant les mesures compensatoires à appliquer.

Dans le cas de certificats émis à l'étranger, la réglementation internationale prévoit leur reconnaissance par l'ASN. Dans certains cas, cette reconnaissance est automatique et le certificat étranger est directement valable en France. Dans d'autres cas, le certificat étranger n'est valable que s'il est validé par l'ASN, qui délivre alors un nouveau certificat. En 2019, 38 demandes d'agrément ont été déposées par des industriels auprès de l'ASN.

L'ASN a délivré 34 certificats d'agrément ou d'approbation d'expédition, dont la répartition selon le type est présentée dans le graphique 2. La nature des transports et colis concernés par ces certificats est présentée dans le graphique 3.

TN International a engagé en 2019 le développement d'un nouvel emballage, dénommé TN Eagle, conçu pour le transport, sous utilisation exclusive par voie terrestre et maritime, d'assemblages de combustibles usés, ainsi que pour leur entreposage intermédiaire. L'ASN s'est prononcée favorablement fin 2019 sur les options de sûreté de ce nouveau modèle de colis, au vu des nouvelles dispositions de l'édition 2018 du règlement SSR-6 de l'AIEA. Elle instruira en 2020 la demande d'agrément qui a été reçue fin décembre 2019.

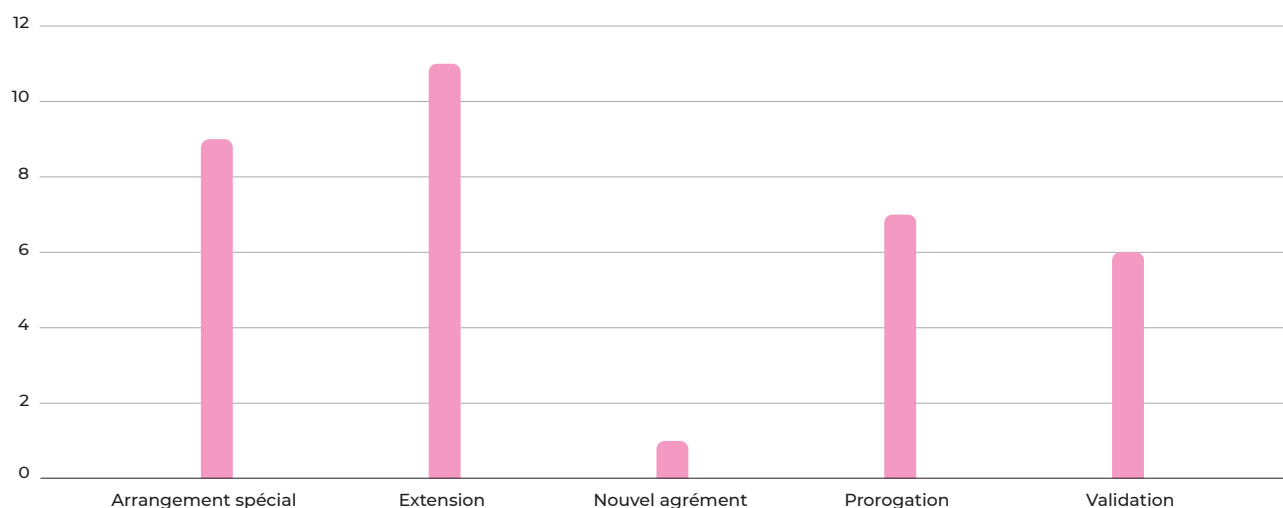
TABLEAU 3

Administrations en charge du contrôle du mode de transport et des colis

MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DU MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DES COLIS
Mer	Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) du ministère chargé de l'environnement. La DGITM est en particulier chargée du contrôle du respect des prescriptions s'appliquant aux navires contenues dans le Recueil international de règles de sécurité pour le transport de combustibles nucléaires irradiés, de plutonium et de déchets hautement radioactifs en colis à bord des navires (recueil INF – <i>Irradiated Nuclear Fuel</i>).	La DGITM est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et en coordination étroite avec l'ASN pour les colis de substances radioactives.
Route, rail, voies navigables	Direction générale de l'énergie et du climat (DGECL) du ministère chargé de l'environnement.	La Direction générale de la prévention des risques (DGPR) est chargée du contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
Air	Direction générale de l'aviation civile (DGAC) du ministère chargé de l'environnement.	La DGAC est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, pour les colis de substances radioactives.

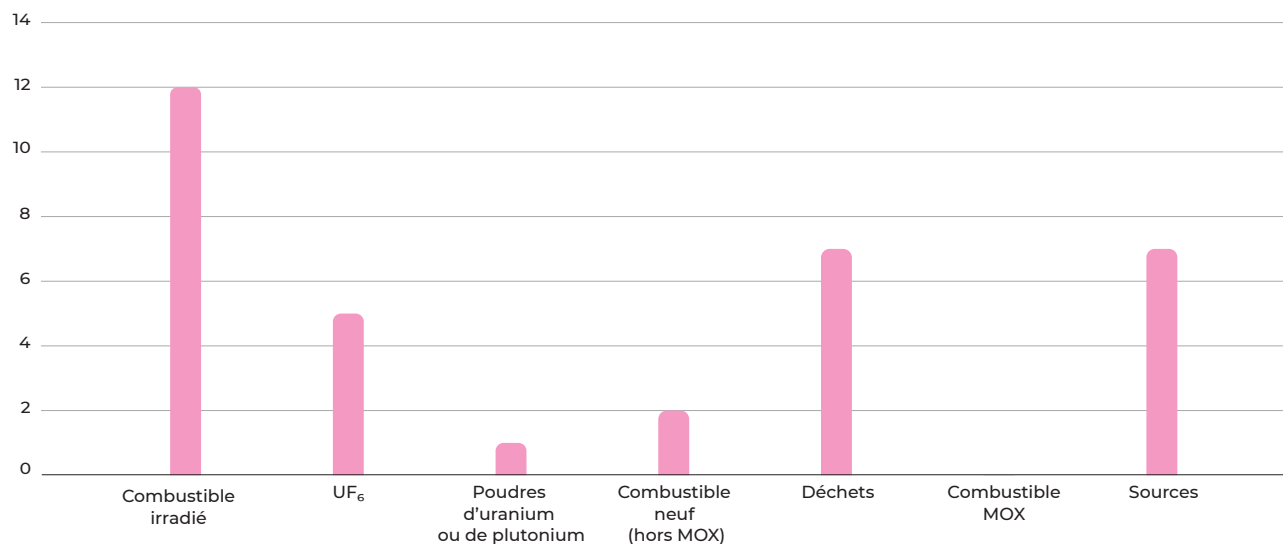
GRAPHIQUE 2

Répartition du nombre des agréments en fonction de leur type, en 2019

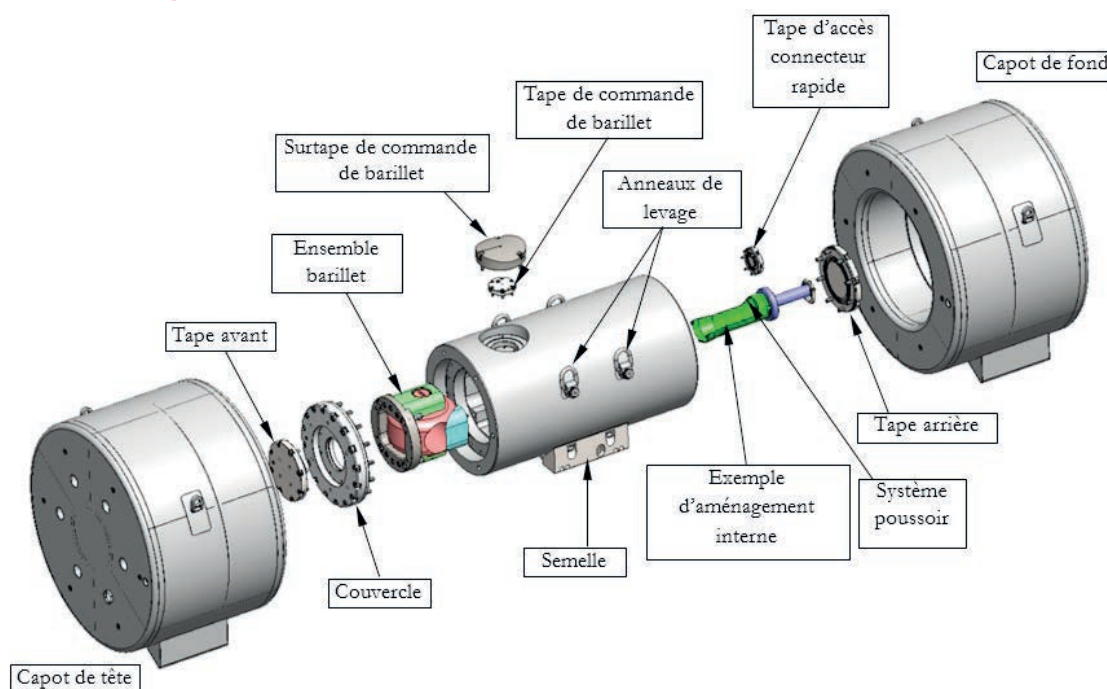


GRAPHIQUE 3

Répartition du nombre des agréments en fonction du contenu transporté, en 2019



Certificat d'agrément pour le colis TN Lab



L'ASN a délivré le 26 juin 2019 un certificat d'agrément de type B(U) pour le nouveau modèle de **colis TN Lab**, développé par TN International (filiale d'Orano). Ce nouveau modèle de colis est destiné au transport sur la voie publique de faibles quantités de matières radioactives, sous diverses formes, non seulement

par voies terrestre et maritime, mais également par voie aérienne. Ce colis est destiné aux laboratoires de recherche qui ont besoin d'expédier et de recevoir différents types d'échantillons de combustible (irradié ou non), de matière activée ou de sources radioactives.

4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis

L'ASN réalise des inspections à toutes les étapes de la vie d'un colis : de la fabrication et la maintenance d'un emballage, à la préparation des colis, leur acheminement et leur réception.

En 2019, l'ASN a réalisé 91 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives (tous secteurs confondus). Les lettres de suite de ces inspections sont disponibles sur asn.fr.

4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages

La fabrication des emballages de transport est une activité soumise à la réglementation applicable aux transports de substances radioactives. Le fabricant est responsable de produire des emballages conformes aux spécifications du dossier de sûreté, qui démontre la conformité réglementaire du modèle de colis correspondant. Pour cela, il met en place un système de management de la qualité, couvrant toutes les opérations depuis l'approvisionnement des pièces et matières premières jusqu'aux contrôles finaux. De plus, le fabricant doit être en mesure de démontrer à l'ASN qu'il respecte les dispositions réglementaires et, en particulier, que les emballages fabriqués sont conformes aux spécifications du dossier de sûreté.

Les contrôles effectués par l'ASN dans ce domaine visent à s'assurer que le fabricant remplit ses responsabilités de façon satisfaisante.

En 2019, l'ASN a mené six inspections des opérations de fabrication de divers emballages disposant d'un agrément de l'ASN, à différentes étapes du processus : soudage, assemblage final,

contrôles de fin de fabrication, montage des aménagements internes (servant à caler le contenu)...

Au cours de ces inspections, l'ASN examine les procédures de management de la qualité mises en place pour fabriquer un emballage à partir des données de conception, et contrôle leur mise en œuvre effective. Elle s'assure de la traçabilité des contrôles et des écarts éventuels lors de la fabrication. Elle se rend également dans les ateliers de fabrication, afin de vérifier les conditions d'entreposage des composants de l'emballage, l'étalonnage des appareils de contrôle et le respect des procédures techniques aux différentes étapes de la fabrication (soudage, assemblage...).

L'ASN contrôle le suivi de la fabrication du colis par le maître d'ouvrage et peut intervenir directement sur les sites de ses éventuels sous-traitants, qui se trouvent parfois dans des pays étrangers. Par exemple, les 10 et 11 décembre 2019, l'ASN a inspecté, conjointement avec l'autorité compétente allemande pour le transport (BAM) la fabrication des **nouvelles surcoques DN 30** utilisées pour le transport d'UF₆ en cylindres 30 B dans une usine en Allemagne. Les inspecteurs ont notamment examiné la façon dont Daher, le donneur d'ordres, surveillait son sous-traitant.

L'ASN peut également contrôler la fabrication des spécimens servant aux épreuves réglementaires de chute et aux essais de feu. Les objectifs sont les mêmes que pour le modèle de série, car les spécimens doivent être représentatifs et respecter les exigences maximales données par le dossier de fabrication de la maquette, qui fixeront les caractéristiques minimales des emballages réels à fabriquer.

L'ASN a prévu en 2020 de poursuivre des inspections par sondage de la fabrication d'emballages de transport. En effet,

les [irrégularités détectées au sein de l'usine Creusot Forge](#), qui ont notamment concerné certains emballages de transport, ont confirmé l'importance de contrôler les opérations de fabrication et de maintenance d'emballages.

4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages

L'expéditeur ou l'utilisateur d'un emballage chargé de substances radioactives doit pouvoir prouver à l'ASN que cet emballage est inspecté périodiquement et, le cas échéant, réparé et maintenu en bon état de sorte qu'il continue à satisfaire à toutes les prescriptions et spécifications pertinentes de son dossier de sûreté et de son certificat d'agrément, même après un usage répété. Pour les emballages agréés, les inspections réalisées par l'ASN concernent, par exemple, les activités de maintenance suivantes :

- les contrôles périodiques des composants de l'enveloppe de confinement (vis, soudures, joints...);
- les contrôles périodiques des organes d'arrimage et de manutention;
- la définition de la fréquence de remplacement des composants de l'emballage, qui doit prendre en compte toute réduction de performance due à l'usure, à la corrosion, au vieillissement...

En 2019, l'ASN a réalisé trois inspections portant sur la conformité des opérations de maintenance. Par exemple, le 4 novembre 2019, l'ASN a examiné la maintenance effectuée par la société Curium sur les emballages destinés au transport de produits radiopharmaceutiques. Les inspecteurs de l'ASN ont notamment examiné l'organisation mise en place par Curium pour assurer la conformité des opérations de maintenance et de contrôle aux exigences du dossier de sûreté.

4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément

Pour les colis non soumis à un agrément de l'ASN, l'expéditeur doit être en mesure, sur demande de l'ASN, de fournir les documents prouvant que le modèle de colis est conforme à la réglementation applicable. En particulier, pour chaque colis, un dossier démontrant que le modèle respecte les exigences réglementaires, notamment qu'il résiste aux épreuves requises, et une attestation délivrée par le fabricant indiquant que les spécifications du modèle ont été pleinement respectées doivent être tenus à disposition de l'ASN.



Inspection de l'ASN sur la fabrication d'un colis TN G3 – Novembre 2019

Les différentes inspections réalisées ces dernières années confirment des progrès dans le respect de cette exigence et dans la prise en compte des recommandations de l'ASN formulées dans son guide relatif aux colis non soumis à agrément ([Guide n° 7](#), tome 3).

Ce guide, actualisé en 2016, propose une structure et un contenu minimal des dossiers de sûreté démontrant la conformité des colis non soumis à agrément à l'ensemble des prescriptions applicables, ainsi que le contenu minimal d'une attestation de conformité à la réglementation d'un modèle de colis.

L'ASN a ainsi noté des améliorations dans le contenu du certificat de conformité et du dossier de sûreté élaborés par les intervenants concernés, notamment pour les modèles de colis industriels. La représentativité des essais réalisés et la démonstration de sûreté associée restent des points d'attention lors des inspections de l'ASN, notamment pour les colis de type A.

Le contrôle par l'ASN en 2019 des colis non soumis à agrément

En 2019, l'ASN a mené cinq inspections portant sur la conception, la fabrication et la maintenance des colis non soumis à agrément. Elle a notamment réalisé une inspection de la conformité des colis conçus, fabriqués, commercialisés et entretenus par la société CNMO à la réglementation portant sur le transport de substances radioactives. Ces colis, de type A au sens de la réglementation, sont notamment utilisés pour le transport de matériel contaminé, de déchets ou d'autres substances radioactives. Il en ressort que [CNMO](#) n'est pas en mesure de démontrer qu'elle a mis en place un système de management approprié pour encadrer et surveiller ses activités relatives à la conception, la fabrication et l'entretien d'emballages de transport de substances radioactives en conformité avec la réglementation applicable. Sur ce sujet, aucune amélioration n'a été observée par rapport à la précédente inspection menée en 2013.

Or, si l'expéditeur n'est pas en mesure d'apporter la preuve de la conformité à la réglementation des colis utilisés, leur utilisation pour effectuer le transport de substances radioactives n'est pas autorisée. Par conséquent, l'ASN a notamment demandé à CNMO d'en informer ses clients.

Pris individuellement, les colis non soumis à agrément présentent peu de danger et les accidents les concernant ont jusqu'à présent eu des conséquences radiologiques limitées. L'ASN doit cependant maintenir sa vigilance compte tenu du très grand nombre de ces colis et de la culture de sûreté parfois insuffisante des intervenants du transport.

La conformité réglementaire des colis non soumis à agrément s'est améliorée ces dernières années, toutefois certains écarts persistent. L'ASN poursuivra donc en 2020 son effort de contrôle des modèles de colis non soumis à agrément.

Inspection de l'évacuation de combustibles usés de la centrale nucléaire de Civaux

En juin 2019, les inspecteurs de l'ASN se sont rendus à la centrale nucléaire de [Civaux](#) pour examiner les opérations d'expédition d'un colis chargé d'assemblages de combustibles usés. Ils se sont intéressés particulièrement au programme de protection radiologique du site, à l'analyse des événements de transport, aux activités du conseiller à la sécurité des transports (CST) et à la surveillance des prestataires effectuant des opérations lors des transports de substances radioactives. Ils ont examiné les deux derniers dossiers d'expédition du site. Ils ont également vérifié le respect des dispositions des certificats d'agrément des modèles de colis et des autorisations de transport en milieu confiné délivrés par l'ASN. Ils se sont rendus sur le terminal ferroviaire embranché à la centrale ; les bâtiments dans lesquels sont réalisés des opérations de transport, ainsi que la zone où stationnent les wagons en cours de chargement.

Au vu de cet examen, les inspecteurs ont conclu que l'organisation mise en place par la centrale nucléaire de Civaux pour assurer la sûreté des opérations d'expédition de combustibles usés est globalement satisfaisante. Ils ont constaté que la centrale nucléaire de Civaux a effectivement mis en œuvre les actions décidées au niveau du parc d'EDF visant à prévenir le risque de contamination des lèchefrites des wagons.

Néanmoins, des améliorations sont encore nécessaires mieux prendre en compte de la radioprotection dans les activités de transport et veiller notamment à la mise en place d'un balisage de la zone de stationnement des wagons lors des opérations de préparation des colis de combustibles irradiés.

Par ailleurs, l'ASN relève encore chez certains intervenants (concepteurs, fabricants, distributeurs, propriétaires, expéditeurs, entreprises réalisant les essais de chute réglementaires, la maintenance des emballages...) des insuffisances dans les éléments visant à démontrer la conformité des colis à la réglementation. Les axes d'amélioration portent notamment sur les points suivants :

- la description des contenus autorisés par type d'emballage ;
- la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport ;
- le respect des prescriptions réglementaires en matière de radioprotection, notamment la démonstration, dès la conception, de l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose avec le contenu maximal autorisé.

4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis

Les inspections de l'ASN portent sur l'ensemble des exigences réglementaires incombant à chacun des acteurs du transport, à savoir le respect des exigences du certificat d'agrément ou de l'attestation de conformité, la formation des intervenants, la mise en œuvre d'un programme de protection radiologique, le bon arrimage des colis, les mesures de débit de dose et de contamination, la conformité documentaire, la mise en œuvre d'un programme d'assurance de la qualité...

S'agissant plus particulièrement des transports liés aux activités du nucléaire de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Les écarts les plus fréquemment relevés portent sur le management de la qualité, le respect effectif des procédures mises en place et la radioprotection des travailleurs.

La connaissance de la réglementation applicable au transport de substances radioactives semble notamment imparfaite dans le secteur médical, où les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis sont à renforcer. Leur système de management de la qualité reste encore à formaliser et à déployer, notamment en ce qui concerne les responsabilités de chacun des personnels impliqués pour la réception et l'expédition des colis.

Plus généralement, dans les activités de transport du nucléaire de proximité, les programmes de protection radiologique et les protocoles de sécurité ne sont encore pas systématiquement élaborés. L'ASN a également constaté que les contrôles à l'expédition sur

les véhicules et les colis sont perfectibles. Les inspections portant sur le transport de gammagraphes mettent régulièrement en lumière un calage ou un arrimage inapproprié.

Dans le secteur des INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent améliorer la démonstration que le contenu chargé dans l'emballage est effectivement conforme aux spécifications des certificats d'agrément et des dossiers de sûreté correspondants, y compris si cette démonstration est réalisée par une entreprise tierce. Dans ce dernier cas, au titre de ses responsabilités, l'expéditeur doit alors vérifier que cette démonstration est appropriée et surveiller l'entreprise tierce selon les modalités usuelles d'un système d'assurance de la qualité.

Comme de plus en plus d'exploitants d'INB font appel à des prestataires pour la préparation et l'expédition des colis de substances radioactives, l'ASN porte une attention particulière à l'organisation mise en place pour assurer la surveillance de ces prestataires.

Enfin, en ce qui concerne les transports internes au sein des centrales nucléaires, l'ASN estime que l'exploitant doit rester vigilant sur l'application des règles d'arrimage des colis.

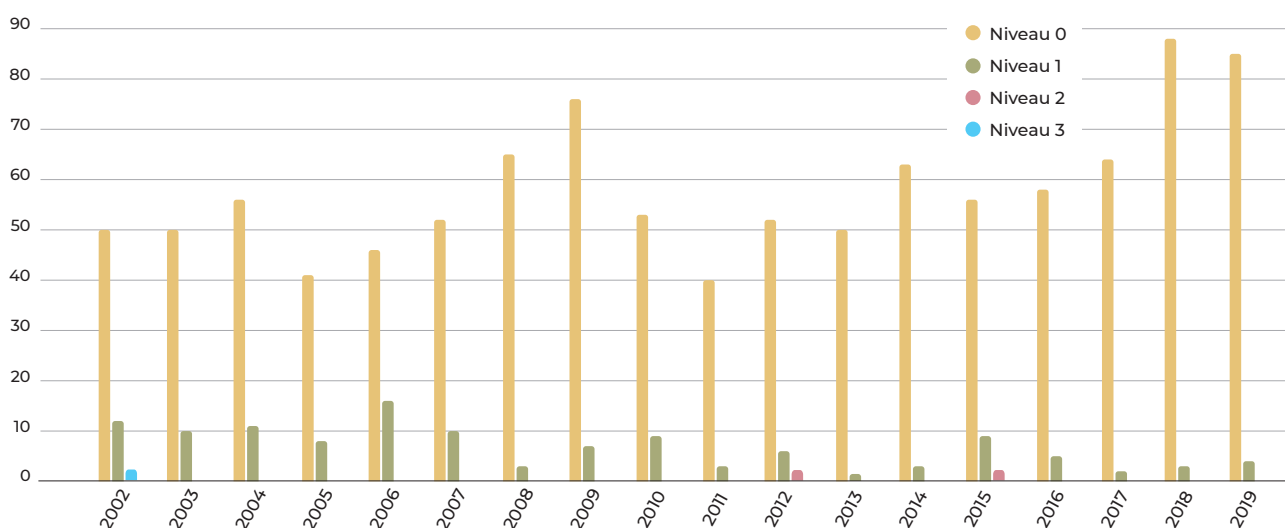
4.2.5 Le contrôle de la préparation à la gestion des situations d'urgence

Afin de renforcer la préparation des intervenants du transport (principalement les expéditeurs et les transporteurs) à la gestion des situations d'urgence, l'ASN a publié en décembre 2014 le [Guide n° 17](#) relatif au contenu des plans de gestion des accidents et incidents de transport de substances radioactives. Ce guide recommande l'élaboration de plans afin de se préparer à la gestion des situations d'urgence et indique quel devrait être le contenu minimum de ces plans.

Ce thème est examiné lors d'inspections menées par l'ASN. Par exemple, en 2019, une inspection portant sur la préparation aux situations d'urgence a été réalisée chez le transporteur [Précotrans](#). Les inspecteurs se sont notamment intéressés à l'organisation mise en place, aux moyens matériels et humains disponibles et à la formation du personnel. Ils ont conclu que la préparation aux situations d'urgence était convenablement prise en compte bien que le plan d'urgence pour le transport de substances radioactives reste encore à formaliser.

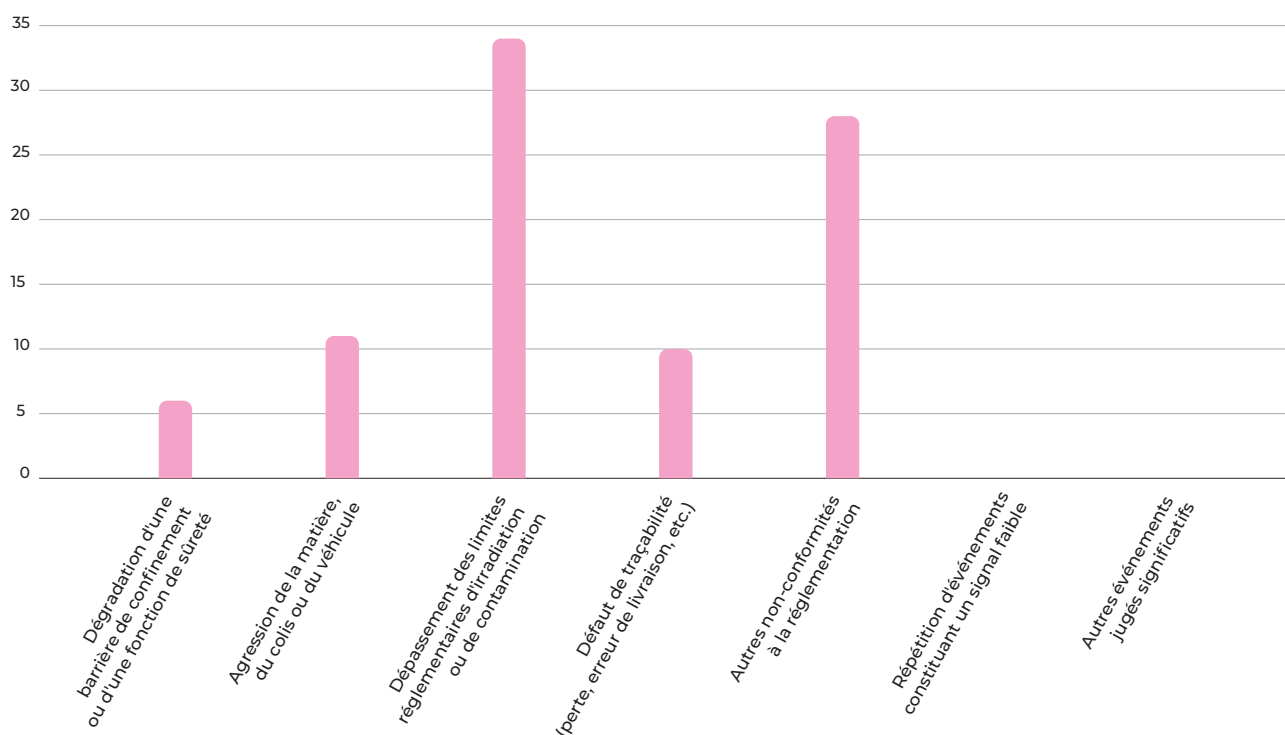
GRAPHIQUE 4

Évolution du nombre d'événements significatifs de transport de substances radioactives déclarés entre 2002 et 2019



GRAPHIQUE 5

Répartition des événements significatifs déclarés en 2019 par critère de déclaration



4.2.6 L'analyse des événements relatifs au transport

La sûreté du transport de substances radioactives repose notamment sur l'existence d'un système fiable de détection et de traitement des anomalies, des écarts ou, plus généralement, des événements anormaux pouvant survenir. Ainsi, une fois détectés, ces événements doivent être analysés afin :

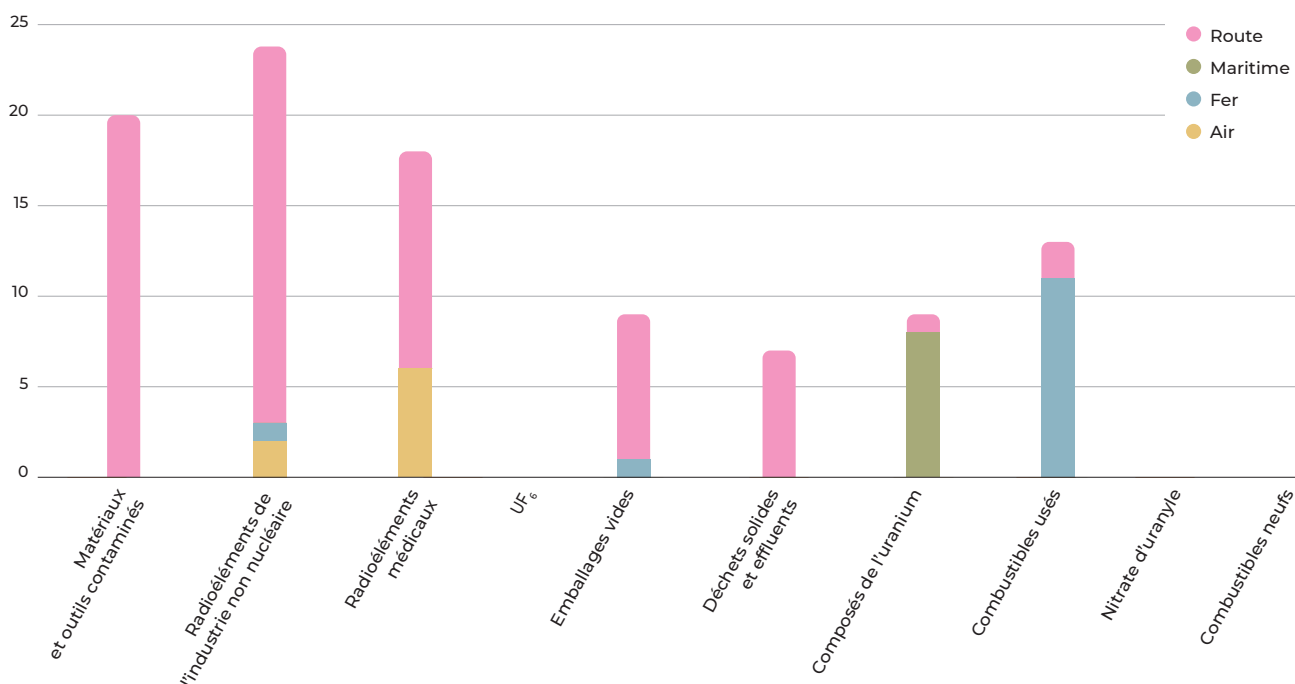
- de prévenir le renouvellement d'événements identiques ou similaires par la mise en œuvre de mesures correctives et préventives appropriées ;

- d'éviter qu'une situation aggravée puisse se produire, en analysant les conséquences potentielles d'événements pouvant être précurseurs d'événements plus graves ;
- d'identifier les bonnes pratiques à promouvoir afin d'améliorer la sûreté des transports.

La réglementation prévoit de plus que les événements les plus importants soient [télédéclarés](#) auprès de l'ASN, afin qu'elle puisse s'assurer du bon fonctionnement du système de détection, de la démarche d'analyse et de la prise en compte du retour d'expérience. Cela permet également à l'ASN de disposer d'une vision d'ensemble des événements afin de favoriser le partage du retour d'expérience entre les différents acteurs – y compris au niveau

GRAPHIQUE 6

Répartition des événements de transport déclarés selon le contenu et le mode de transport en 2019



Événements liés au transport de minerai en provenance de pays tiers

Les transports de minerai d'uranium naturel réalisés dans le cadre du cycle du combustible depuis des mines situées en Asie centrale, en Afrique et en Australie, font l'objet d'écarts récurrents : à leur arrivée en France, des points de contamination dépassant les limites réglementaires et des fûts endommagés sont découverts. L'ASN a constaté une légère amélioration de la situation par rapport à 2017, mais continue d'œuvrer, en lien avec les acteurs du transport et les commanditaires, à l'amélioration des conditions de transport de ces colis.

Télédéclaration des événements de transport

La publication de l'[arrêté du 11 décembre 2018](#) modifiant l'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voie terrestre rend obligatoire, à compter du 1^{er} janvier 2019, l'usage du portail de [téléservices](#) de l'ASN pour la déclaration des événements significatifs liés au transport de substances radioactives empruntant la voie publique. Dans un souci d'harmonisation, le portail de téléservices a également été étendu mi-2019 à la déclaration des événements de transport interne de matières dangereuses survenant dans les INB.

La déclaration d'un événement selon les modalités du Guide n° 31 de l'ASN ne se substitue pas à l'obligation d'alerte immédiate de l'ASN en cas de situation d'urgence.

international – et d'alimenter ses réflexions sur les potentielles évolutions des dispositions encadrant le transport de substances radioactives.

Tout événement significatif concernant le transport de substances radioactives, que ses conséquences soient réelles ou potentielles, doit faire l'objet d'une déclaration à l'ASN sous quatre jours ouvrés, selon les modalités de son [Guide n° 31](#) relatif à la déclaration des événements, comme demandé dans l'article 7 de l'[arrêté du 29 mai 2009 modifié](#) relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres. Ce guide, entièrement refondu en 2017, est consultable sur [asn.fr](#). Après la déclaration, un compte rendu détaillé de l'événement doit être adressé sous deux mois à l'ASN.

• Événements déclarés en 2019

En 2019, dans le domaine du transport de substances radioactives, 85 événements classés au niveau 0 de l'[échelle INES](#) (*International Nuclear and Radiological Event Scale* – échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques) et 4 événements de niveau 1 ont été déclarés à l'ASN. Ces chiffres sont stables par rapport à 2018. Le graphique 4 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés depuis 2002.

De plus, 34 événements de moindre importance (événements intéressants pour la sûreté des transports – EIT) ont été déclarés à l'ASN. Du fait de leur absence de conséquences réelles ou potentielles, ces événements ne sont pas classés sur l'échelle INES. Leur déclaration à l'ASN ne constitue pas une obligation, mais l'ASN encourage son information périodique afin d'avoir une vision globale des différents événements de moindre importance et détecter une éventuelle accumulation, ou des tendances qui pourraient être révélatrices d'un problème.

• Domaines d'activité concernés par ces événements

Plus de la moitié des [événements significatifs](#) déclarés concernent l'industrie nucléaire. Près d'un quart concerne les transports liés aux activités de l'industrie non nucléaire (transport de gammagraphes, par exemple). Un cinquième concerne les transports de produits radiopharmaceutiques.

Édition 2018 du Guide d'application du règlement de transport des matières radioactives (SSR-6)

Les principaux changements introduits dans l'édition 2018 du règlement sur les transports, par rapport à la précédente édition de 2012, portent sur :

- un meilleur encadrement des colis utilisés à la fois pour les opérations d'acheminement et d'entreposage (*duals purpose cask* ou DPC) ;
- la création des objets SCO-III pour le transport des objets volumineux non emballés ;
- une meilleure prise en compte des mécanismes de vieillissement lors de la conception des colis ;
- le renforcement de la protection du bouchon des cylindres d'UF₆ ;
- la suppression de l'essai de lixiviation pour les matières LSA-III.

Rapporté aux flux de transports concernés, les secteurs de l'industrie non nucléaire et du médical déclarent toujours peu d'événements relatifs au transport. Ce faible taux peut s'expliquer par une méconnaissance du processus et de la finalité de la déclaration des événements, ainsi que par des enjeux de sûreté moindres au regard de l'activité des substances radioactives transportées. Toutefois, l'ASN observe une augmentation significative du nombre d'événements déclarés en 2018 et 2019 par rapport aux années précédentes, qui pourrait résulter des actions de communication de l'ASN liées à la publication en 2017 de son Guide n° 31 et de la mise en place de son portail de [téléservices](#).

Le graphique 5 présente la répartition des événements significatifs déclarés par critère de déclaration, et le graphique 6 présente leur répartition en fonction du contenu et du mode de transport.

L'ASN constate que la majorité des EIT est déclarée par des acteurs de l'industrie nucléaire, avec peu de déclarations des acteurs du secteur médical et de l'industrie non nucléaire rapporté aux flux de transports concernés. L'ASN rappelle toutefois que la déclaration des EIT n'est pas une obligation réglementaire.

En 2019, quatre événements significatifs de niveau 1 sur l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN. Trois événements concernaient deux vols de matériels contenant des sources radioactives scellées de faible activité utilisées par l'industrie et une perte de colis radiopharmaceutiques lors de leur transbordement dans un aéroport étranger. Le quatrième événement concernait une exposition au-delà de la limite réglementaire de 20 mSv/an d'un conducteur effectuant des opérations de transport de produits radiopharmaceutiques.

• Causes des événements

Parmi les causes récurrentes des événements significatifs déclarés, on peut citer :

- des non-conformités matérielles affectant un colis : erreur d'hypothèse de calcul pour la réalisation de tests d'étanchéité, desserrage de vis en cours de transport, approvisionnement de pièces de rechange partiellement non-conformes. Ces événements n'ont pas entraîné de conséquences réelles sur la sûreté ou la radioprotection. Toutefois, en cas d'accident, une non-conformité peut diminuer la résistance du colis ;
- des défauts d'arrimage de matériels et d'outils contaminés transportés dans des conteneurs et des déformations de ces conteneurs ;
- l'expédition de colis contenant des substances radioactives par des moyens de transports non autorisés, ainsi que des erreurs de livraison ou des colis momentanément égarés ;
- la présence de points de contamination dépassant les limites réglementaires, détectés sur des fûts contenant du minerai d'uranium naturel transportés dans des conteneurs, dans des conteneurs transportant des matériels et outils contaminés, sur des moyens de transport ayant servi à transporter des colis de combustible usé. L'impact de ces événements sur la radioprotection est faible car les points de contamination détectés étaient inaccessibles.

Les EIT déclarés à l'ASN sont principalement des écarts liés au mauvais étiquetage des colis, à l'absence de documents de transport, à des erreurs de livraison, ainsi qu'à la découverte de corps étrangers dans des emballages vides utilisés pour le transport de combustible usé. Ces corps étrangers sont découverts à l'occasion d'opérations de maintenance des emballages. L'analyse de ces événements montre que la présence de corps étrangers de plus grande taille ou de nature différente pourrait conduire à des phénomènes de radiolyse ou de criticité dans certaines

Débat public sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) : le transport de substances radioactives

La Commission nationale du débat public (CNDP) a organisé, dans le cadre de l'élaboration du PNGMDR, une réunion à Rouen le 4 juillet 2019 consacrée à la thématique du transport de substances radioactives. Après une présentation de la réglementation par l'ASN et le représentant du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère chargé de l'énergie, suivie d'un exemple de mise en œuvre chez Orano, les échanges avec le public ont notamment porté sur :

- la robustesse intrinsèque des colis ;
- la sévérité des épreuves réglementaires au regard des accidents envisageables ;
- les contrôles exercés par l'ASN ;
- la gestion des accidents et la réponse des pouvoirs publics ;
- la sécurité des transports ;
- les responsabilités des acteurs du transport.



conditions. Par conséquent, l'ASN a demandé aux exploitants de maintenir une vigilance particulière sur les modalités de chargement du combustible dans les emballages.

4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives

4.3.1 Participation aux travaux de l'AIEA

L'ASN représente la France au sein du comité des normes de sûreté concernant le transport (*Transport Safety Standards Committee* – [TRANSSC](#)) de l'AIEA, qui regroupe des experts de tous les pays et examine la norme de sûreté de l'AIEA à la source des réglementations relatives aux transports de substances radioactives. Dans un souci d'amélioration continue du niveau de sûreté, l'ASN a notamment participé activement à l'élaboration de l'édition 2018 de ce document, [SSR-6](#), dont une traduction française est disponible depuis mi-2019. La publication du guide AIEA d'application du règlement de transport des matières radioactives ([SSG-26](#)) est attendue pour 2020.

4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale

L'ASN participe à l'élaboration de la réglementation française relative aux transports de substances radioactives. Cette réglementation est principalement composée de l'[arrêté du 29 mai 2009](#), et des [arrêtés du 23 novembre 1987](#) relatif à la sécurité des navires et du 18 juillet 2000 relatif au transport et à la manutention des matières dangereuses dans les ports maritimes. À ce titre, l'ASN siège au sein de la CITMD, qui est appelée à donner son avis sur tout projet de réglementation relatif au transport des marchandises dangereuses par chemin de fer, par route et par voie de navigation intérieure. L'ASN est également consultée par le ministère en charge des transports lorsqu'une modification des trois arrêtés cités ci-dessus peut avoir un impact sur les transports de substances radioactives.

En 2019, l'ASN a ainsi rendu un avis sur un projet d'arrêté modifiant les arrêtés du 23 novembre 1987 et du 29 mai 2009.

En outre, après avis de la CITMD, l'ASN a renouvelé en 2019 l'agrément de Bureau Veritas Exploitation pour effectuer les contrôles de conformité et délivrer les agréments de type des citernes destinées au transport de substances radioactives, ainsi que l'agrément de l'organisme [Form-Edit](#) pour effectuer la formation des chauffeurs de véhicules routiers transportant des substances radioactives.

Enfin, le cadre réglementaire relatif à la protection des substances radioactives contre les actes de malveillance, hors matières nucléaires qui faisaient déjà l'objet d'une réglementation particulière, a été renforcé en 2019 : l'ASN s'est assurée, notamment, que les opérations de transport, au cours desquelles les substances sont particulièrement vulnérables, étaient convenablement prises en compte dans l'[arrêté du 29 novembre 2019](#) relatif à la protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance.

4.4 Contribuer à l'information du public

L'[ordonnance n° 2012-6](#) du 5 janvier 2012 modifiant les livres I^{er} et V du code de l'environnement étend les obligations d'information du public aux responsables d'activité nucléaire. C'est l'[article L. 125-10 du code de l'environnement](#) qui fixe le seuil à partir duquel le responsable du transport doit communiquer les informations qu'un citoyen lui demande. Les seuils sont définis comme étant ceux « au-dessus desquels, en application des conventions et règlements internationaux régissant le transport des marchandises

dangereuses, du code des transports et des textes pris pour leur application, le transport de substances radioactives est soumis à la délivrance, par l'ASN ou par une autorité étrangère compétente dans le domaine du transport de substances radioactives, d'un agrément du modèle de colis de transport ou d'une approbation d'expédition, y compris sous arrangement spécial ». Tout citoyen peut donc désormais solliciter des informations auprès des responsables de transport sur les risques présentés par les transports visés par le décret.

Par ailleurs, l'ASN met à disposition, sur [asn.fr](#), un [dossier pédagogique](#) présentant le transport de substances radioactives.

4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports

L'élaboration et la mise en œuvre de la réglementation internationale font l'objet d'échanges fructueux entre les pays. L'ASN inscrit ces échanges dans une démarche de progrès continu du niveau de sûreté des transports de substances radioactives et favorise les échanges avec ses homologues des autres États.

4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports

Une association européenne des autorités compétentes pour le transport de substances radioactives (*European Association of Competent Authorities on the Transport of Radioactive Material* – [EACA](#)) a été créée en décembre 2008. Son objectif est d'œuvrer pour l'harmonisation des pratiques relatives au contrôle de la sûreté des transports de substances radioactives et de favoriser les échanges et le retour d'expérience entre les différentes autorités. La France, qui est à l'origine de la création de cette association, participe activement à ses travaux en y exposant notamment le fruit de ses réflexions sur les évolutions réglementaires nécessaires, en particulier à l'occasion de la réunion annuelle de cette association.

4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangers de l'ASN

L'ASN s'attache à entretenir des relations étroites avec les autorités compétentes des pays concernés par de nombreux transports à destination ou en provenance de France. Parmi ceux-ci figurent notamment l'Allemagne, la Belgique, le Royaume-Uni et la Suisse.

• Allemagne

Les autorités française et allemande ont décidé en 2016 de se rencontrer régulièrement afin d'échanger sur certains dossiers techniques. De plus, l'ASN participe aux comités techniques franco-allemands concernant le programme de retour des déchets issus du retraitement du combustible irradié allemand. Un nouvel emballage est en cours de conception en Allemagne pour le transport des déchets compactés. Dans ce cadre, l'autorité de sûreté allemande informe l'ASN de l'avancement de l'instruction technique de la demande d'agrément. Une fois émis, le certificat d'agrément devra être validé par l'ASN pour que le modèle de colis puisse être utilisé en France.

• Belgique

Dans le cadre de sa production d'énergie électrique d'origine nucléaire en Belgique, des emballages de conception française sont parois utilisés pour réaliser des transports liés au cycle du combustible. Afin d'harmoniser les pratiques et de progresser dans le domaine de la sûreté de ces transports, l'ASN et l'autorité compétente belge (Agence fédérale pour le contrôle nucléaire – [AFCN](#)) échangent régulièrement leur savoir-faire et leur expérience. Les échanges portent plus particulièrement sur l'instruction des dossiers de sûreté relatifs aux modèles de colis français dont l'agrément est validé en Belgique et sur les

pratiques d'inspection dans chaque pays. En 2019, les autorités belge et française ont réalisé deux inspections conjointes, l'une en France chez un transporteur et l'autre en Belgique dans une usine fabriquant des emballages agréés par l'ASN.

• Royaume-Uni

L'ASN et l'autorité compétente britannique (*Office for Nuclear Regulation* – [ONR](#)) ont de nombreux sujets d'intérêt commun, notamment en ce qui concerne les validations des agréments anglais par l'ASN et réciproquement. De fait, des contacts bilatéraux ont lieu régulièrement pour assurer la bonne communication entre ces deux autorités. En 2019, préalablement à la validation française de l'agrément anglais, une inspection conjointe a été réalisée à Oxford sur la fabrication du colis anglais Safkeg 2816G.

• Suisse

L'ASN a engagé en 2012 des échanges bilatéraux concernant les transports avec l'Inspection fédérale Suisse de la sécurité nucléaire ([IFSN](#) – appelée en allemand *Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat* ENSI). Depuis, l'ASN et l'IFSN se rencontrent annuellement pour échanger sur les dossiers de sûreté des modèles d'emballage et sur les contrôles des prescriptions associées à la bonne utilisation des colis de transport.

En 2019, ces autorités ont ainsi inspecté une évacuation de déchets depuis la centrale nucléaire de Leibstadt (KKL) effectuée à l'aide d'un emballage de conception allemande.

10.



LES CENTRALES NUCLÉAIRES D'EDF

1 Généralités sur les centrales nucléaires — 280

- 1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression
- 1.2 Le cœur, le combustible et sa gestion
- 1.3 Le circuit primaire et les circuits secondaires
- 1.4 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire
- 1.5 L'enceinte de confinement
- 1.6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde
- 1.7 Les autres systèmes importants pour la sûreté

2 Le contrôle de la sûreté nucléaire — 284

- 2.1 Le combustible
 - 2.1.1 Les évolutions du combustible et de sa gestion en réacteur
 - 2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur
- 2.2 Les équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.1 Le contrôle de la conformité et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires (ESPN)
 - 2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des ESPN
 - 2.2.3 Le contrôle de l'exploitation des équipements sous pression
 - 2.2.4 L'évaluation des équipements sous pression (ESP) en exploitation

2.3 Les enceintes de confinement

- 2.3.1 Le contrôle des enceintes de confinement
- 2.3.2 L'évaluation de l'état des enceintes de confinement

2.4 La prévention et la maîtrise des risques

- 2.4.1 Le contrôle de l'élaboration et de l'application des règles générales d'exploitation (RGE)
- 2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs
- 2.4.3 Le contrôle de la maintenance des installations
- 2.4.4 L'évaluation de la maintenance
- 2.4.5 La prévention des effets des agressions internes et externes
- 2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions
- 2.4.7 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences
- 2.4.8 L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

2.5 La prévention et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire

- 2.5.1 Le contrôle des rejets et de la gestion des déchets
- 2.5.2 La prévention des impacts sanitaires et des pollutions des sols
- 2.5.3 L'évaluation de la maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement

2.6 La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté

- 2.6.1 Le contrôle du fonctionnement des organisations
- 2.6.2 L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

2.7 La radioprotection des personnels

- 2.7.1 Le contrôle de la radioprotection des personnels
- 2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des personnels

2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

- 2.8.1 Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires
- 2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

2.9 Le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima

2.10 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

- 2.10.1 L'âge des centrales nucléaires
- 2.10.2 Le réexamen périodique
- 2.10.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

2.11 L'EPR de Flamanville

- 2.11.1 L'instruction des demandes d'autorisation
- 2.11.2 Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement
- 2.11.3 L'évaluation de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

2.12 Les études sur les réacteurs du futur

3 Perspectives — 315

Les centrales nucléaires d'EDF

Les réacteurs de production d'électricité sont au cœur de l'industrie nucléaire en France. De nombreuses autres installations décrites dans d'autres chapitres de ce rapport produisent le combustible destiné aux centrales nucléaires ou le retraitent, stockent des déchets provenant des centrales nucléaires ou encore servent à étudier des phénomènes physiques liés à l'exploitation ou à la sûreté de ces réacteurs.

Les réacteurs français sont techniquement proches les uns des autres et forment un [parc standardisé](#) exploité par EDF. Si cette homogénéité permet à l'exploitant et à l'ASN de disposer d'une solide expérience de leur fonctionnement, elle conduit aussi à un risque accru en cas de défaut générique de conception, de fabrication ou de maintenance détecté sur l'une de ces installations, pouvant affecter l'ensemble des réacteurs. L'ASN exige donc d'EDF une forte réactivité et une grande rigueur dans l'analyse du caractère générique de ces défauts et de leurs conséquences pour la protection des personnes et de l'environnement, ainsi que dans leur traitement.

L'ASN exerce un [contrôle très exigeant de la sûreté](#), des [mesures de protection de l'environnement et de la radioprotection](#) dans les centrales nucléaires et l'adapte continuellement au regard, notamment, du retour d'expérience de conception, de fabrication, d'exploitation et de

maintenance des composants des réacteurs électronucléaires. Pour [contrôler la sûreté des réacteurs en fonctionnement](#), en construction et en projet, l'ASN mobilise quotidiennement près de 200 agents au sein de la Direction des centrales nucléaires ([DCN](#)), de la Direction des équipements sous pression nucléaires ([DEP](#)) et de ses [divisions territoriales](#), et s'appuie sur près de 200 experts de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)).

L'ASN développe une [approche intégrée du contrôle des installations](#). Elle intervient à tous les stades de la vie des réacteurs électronucléaires, depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement et leur déclassement. Son périmètre d'intervention élargi la conduit à examiner, à chacun des stades, les domaines de la sûreté nucléaire, de la protection de l'environnement, de la radioprotection, de la sécurité des travailleurs et de l'application des lois sociales. Pour chacun de ces domaines, elle contrôle tant les aspects techniques qu'organisationnels et humains. Cette approche lui impose de prendre en compte les interactions entre ces domaines et de définir les modalités de son action de contrôle en conséquence. La vision intégrée qui en résulte permet à l'ASN d'affiner son appréciation de l'état de la sûreté nucléaire, de la radioprotection, de la protection de l'environnement et de la protection des travailleurs des centrales nucléaires.

1. Généralités sur les centrales nucléaires

1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression

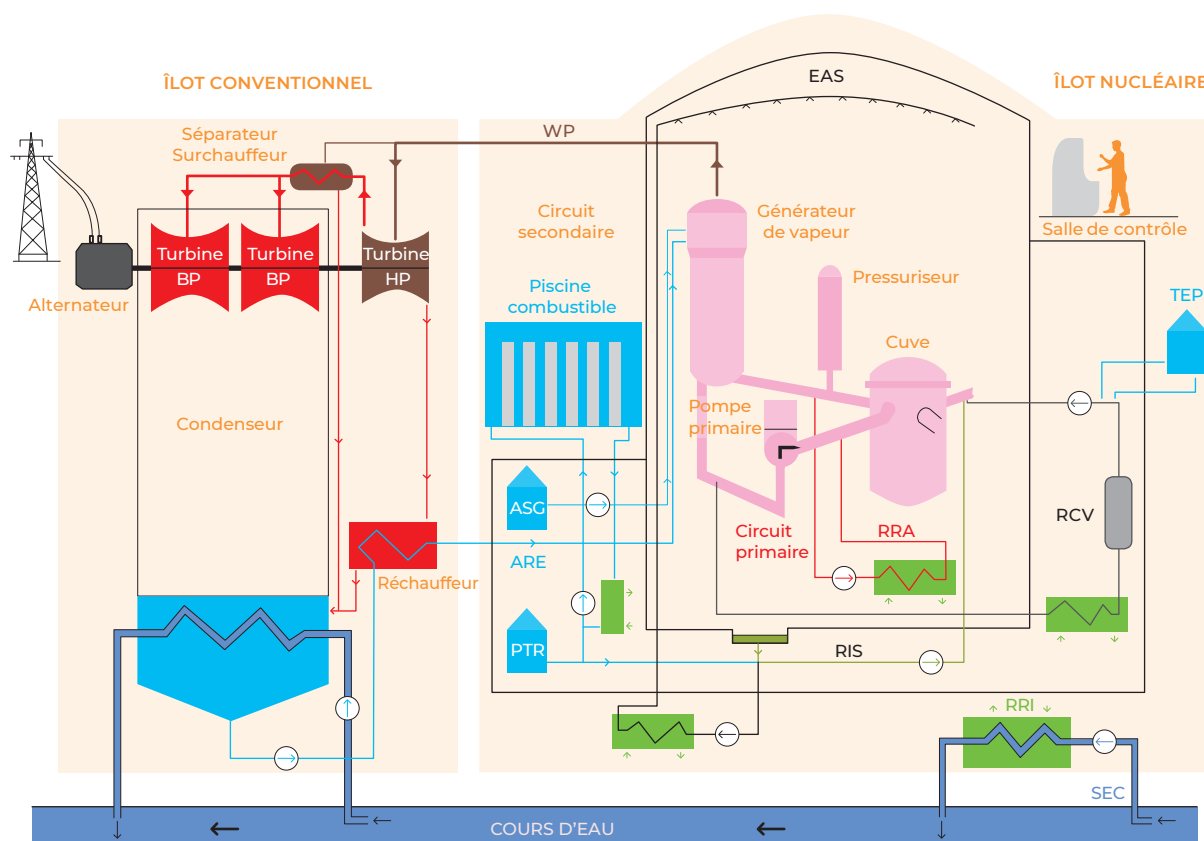
Toute centrale électrique thermique produit, en faisant passer de la chaleur d'une source chaude vers une source froide, de l'énergie mécanique qu'elle transforme en électricité. Les centrales thermiques classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gaz). Les centrales nucléaires utilisent celle dégagée par la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium. La chaleur produite dans un réacteur à eau sous pression ([REP](#)) permet la formation de vapeur d'eau qui n'entre pas en contact avec le combustible nucléaire. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur générant un courant électrique triphasé d'une tension de 400 000 volts (V). La vapeur, après détente, est refroidie dans un condenseur au contact de tubes dans lesquels circule de l'eau froide provenant de la mer, d'un cours d'eau (fleuve, rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique. L'eau condensée est réutilisée dans le cycle de production de vapeur.

Chaque [réacteur](#) comporte un îlot nucléaire, un îlot conventionnel, des ouvrages de prise et de rejet d'eau et éventuellement un aéroréfrigérant.

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la cuve du réacteur, le [circuit primaire](#), les générateurs de vapeur ([GV](#)) et des circuits et systèmes assurant le fonctionnement et la sûreté du réacteur : les circuits de contrôle chimique et volumétrique, de refroidissement à l'arrêt, d'injection de sécurité, d'aspersion dans l'enceinte, d'alimentation en eau des GV, les systèmes électriques, de [contrôle-commande](#) et de protection du réacteur. À ces éléments sont également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions support : contrôle et traitement des effluents primaires, alimentation en eau, ventilation et climatisation, alimentation électrique de sauvegarde (groupes électrogènes à moteur Diesel).

L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur vers l'îlot conventionnel ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage et de refroidissement des combustibles neufs et usés (BK). L'eau de celle-ci, mélangée à de l'acide borique,

Le principe de fonctionnement d'un réacteur à eau sous pression



ARE: circuit de régulation du débit d'eau alimentaire
 ASG: circuit d'eau alimentaire de secours des générateurs de vapeur
 EAS: circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur
 PTR: circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines
 RCV: système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur
 RIS: circuit d'injection de sécurité

RRA : système de refroidissement du réacteur à l'arrêt
 RRI : circuit de réfrigération intermédiaire
 SEC : circuit d'eau brute secourue
 TEP : circuit de traitement des effluents primaires
 Turbine BP ou HP : pour basse pression ou haute pression
 VVP : systèmes d'évacuation de la vapeur

sert à absorber les neutrons émis par les noyaux des éléments fissiles des combustibles usés, pour éviter d'entretenir une fission nucléaire, à assurer le refroidissement des combustibles usés et à la protection radiologique des travailleurs.

L'îlot conventionnel comprend notamment la turbine, l'alternateur et le condenseur. Certains composants de ces matériels participent à la sûreté du réacteur. Les circuits secondaires appartiennent pour partie à l'îlot nucléaire et pour partie à l'îlot conventionnel.

1.2 Le cœur, le combustible et sa gestion

Le **cœur du réacteur** est constitué d'assemblages de combustibles qui sont constitués de « crayons », composés de « pastilles » d'oxyde d'uranium et d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (pour les combustibles dits « **MOX** »), contenues dans des tubes métalliques fermés, appelés « gaines ». Lors de leur fission, les noyaux d'uranium ou de plutonium, dits « fissiles », émettent des neutrons qui provoquent, à leur tour, d'autres fissions : c'est la réaction en chaîne. Ces fissions nucléaires dégagent une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur. L'eau du circuit primaire, qui pénètre dans le cœur par la partie inférieure à une température d'environ 285 °C, s'échauffe en remontant le long des crayons combustibles et ressort par la partie supérieure à une température proche de 320 °C.

Au début d'un cycle de fonctionnement, le cœur présente une réserve d'énergie très importante. Celle-ci diminue progressivement pendant le cycle, au fur et à mesure de la consommation des noyaux fissiles. La réaction en chaîne, et donc la puissance du réacteur, est contrôlée par :

- l'introduction plus ou moins importante dans le cœur de dispositifs appelés « grappes de commande », qui contiennent des éléments absorbant les neutrons. Elles permettent de contrôler la réactivité du réacteur et d'ajuster sa puissance à la puissance électrique que l'on veut produire. La chute des grappes par gravité permet l'arrêt d'urgence du réacteur;
- l'ajustement de la concentration en [bore](#) (élément absorbant les neutrons) de l'eau du circuit primaire pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en éléments fissiles;
- la présence, dans les crayons combustibles, d'éléments absorbant les neutrons, qui compensent en début de cycle l'excès de réactivité du cœur après le renouvellement partiel du combustible.

En fin de cycle, le cœur du réacteur est déchargé afin de renouveler une partie du combustible.

EDF utilise deux types de combustible dans les REP:

- des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO_2) enrichi en uranium 235, à 4,5% en masse au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, par Framatome et Westinghouse;

- des combustibles constitués par un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium (MOX). Le combustible MOX est produit par l'[usine Melox](#) d'Orano. La teneur maximale en plutonium autorisée est actuellement limitée à 9,08% (en moyenne par assemblage de combustible) et permet d'obtenir une performance énergétique équivalente à du combustible UO_2 enrichi à 3,7% en uranium 235. Ce combustible peut être utilisé dans les 28 réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) dont les décrets d'autorisation de création (DAC) autorisent l'utilisation de combustible au plutonium.

EDF a standardisé le mode d'utilisation du combustible dans ses réacteurs, dénommé « gestion de combustible ». Une gestion de combustible, qui concerne des réacteurs similaires, est caractérisée notamment par :

- la nature du combustible et sa teneur initiale en matière fissile ;
- le taux d'épuisement maximal du combustible lors de son retrait du réacteur, caractérisant la quantité d'énergie extraite par tonne de matière, exprimé en gigawatts jour par tonne (GWj/t) ;
- la durée d'un cycle de fonctionnement du réacteur ;
- le nombre d'assemblages de combustible neuf rechargés à l'issue de chaque arrêt du réacteur pour renouveler le combustible (généralement un tiers ou un quart du total des assemblages).

1.3 Le circuit primaire et les circuits secondaires

Le circuit primaire et les [circuits secondaires](#) permettent de transporter l'énergie dégagée par le cœur sous forme de chaleur jusqu'au groupe turbo-alternateur qui assure la production d'électricité.

Le circuit primaire est composé de boucles de refroidissement, au nombre de trois pour un réacteur de 900 MWe, et de quatre pour les réacteurs de 1300 MWe, de 1450 MWe ou de 1650 MWe de type EPR (*Evolutionary Power Reactor*). Le rôle du circuit primaire est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite « eau primaire » ou « réfrigérant primaire ». Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite « pompe primaire », et un générateur de vapeur. L'eau primaire, chauffée à plus de 300 °C, est maintenue à une pression de 155 bars

par le pressuriseur, pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est contenu en totalité dans l'enceinte de confinement.

L'eau du circuit primaire cède sa chaleur à l'eau des circuits secondaires dans les générateurs de vapeur. Les générateurs de vapeur sont des échangeurs de chaleur qui contiennent, selon le modèle, de 3500 à 5600 tubes dans lesquels circule l'eau primaire. Ces tubes baignent dans l'eau du circuit secondaire, qui est ainsi portée à ébullition sans entrer en contact avec l'eau primaire.

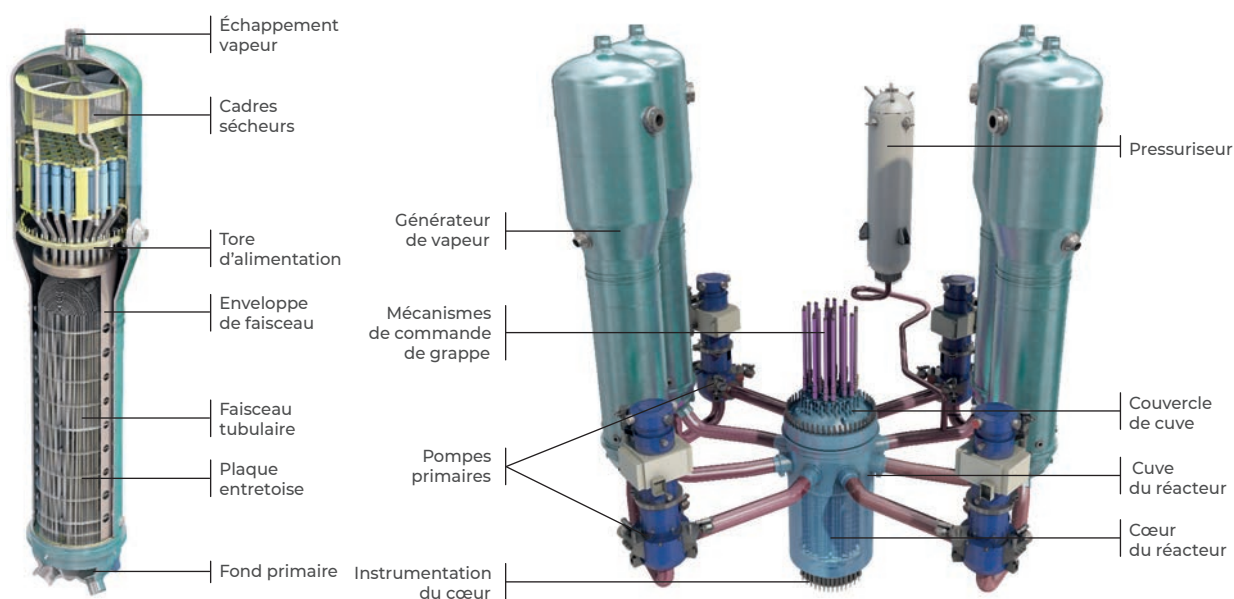
Chaque circuit secondaire est constitué principalement d'une boucle fermée parcourue par de l'eau sous forme liquide dans une partie, et sous forme de vapeur dans l'autre partie. La vapeur, produite dans les générateurs de vapeur, subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des sècheurs surchauffeurs avant d'être admise pour une détente finale dans les turbines basse pression d'où elle s'échappe vers le condenseur. Condensée, l'eau est ensuite renvoyée vers les générateurs de vapeur par des pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires après avoir traversé des réchauffeurs.

1.4 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire

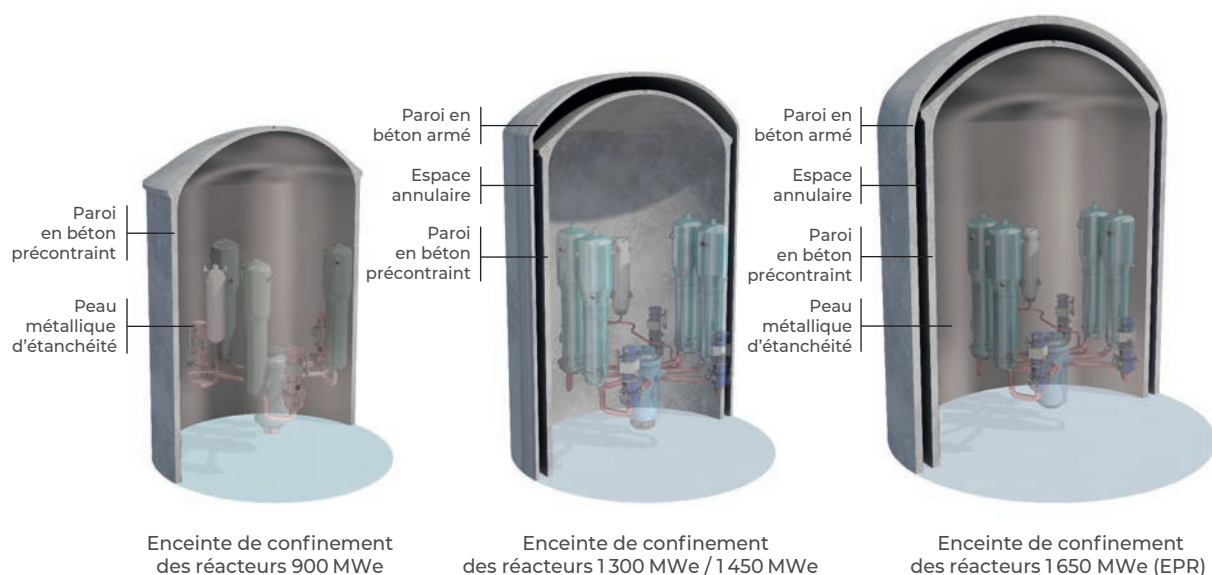
Le circuit de refroidissement du circuit secondaire a pour fonction de condenser la vapeur sortant de la turbine. Il comporte pour cela un condenseur composé d'un échangeur thermique comportant des milliers de tubes dans lesquels circule l'eau froide provenant du milieu extérieur (mer ou rivière). Au contact de ces tubes, la vapeur se condense et peut être renvoyée sous forme liquide vers les générateurs de vapeur (voir point 1.3). L'eau du circuit de refroidissement échauffée dans le condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), soit, lorsque le débit de la rivière est trop faible ou l'échauffement trop important par rapport à la sensibilité du milieu, refroidie par une tour aéroréfrigérante (TAR) – circuit fermé ou semi-fermé.

Les circuits de refroidissement sont des milieux favorables au développement de micro-organismes pathogènes. Le remplacement du laiton par du titane ou des aciers inoxydables comme matériau de construction des condenseurs des réacteurs en bord de rivière, pour réduire les rejets métalliques dans le milieu

Un générateur de vapeur et un circuit primaire principal d'un réacteur de 1300 MWe



Enceintes de confinement des réacteurs



naturel, impose la mise en œuvre de moyens de désinfection, principalement par traitement biocide. Le cuivre contenu dans le laiton a en effet des propriétés bactéricides que n'ont pas le titane et les aciers inoxydables. Les tours aéroréfrigérantes peuvent contribuer à la dispersion atmosphérique de légionelles dont la prolifération peut être prévenue par un entretien renforcé des ouvrages (détartrage, mise en place d'un traitement biocide...) et une surveillance.

1.5 L'enceinte de confinement

L'enceinte des réacteurs à eau sous pression assure deux fonctions :

- le confinement des substances radioactives susceptibles d'être dispersées en cas d'accident ; à cette fin, les enceintes ont été conçues pour résister aux températures et pressions qui résulteraient de l'accident de perte de réfrigérant primaire le plus sévère (rupture circonferentielle et doublement débattue d'une tuyauterie du circuit primaire) et pour présenter une étanchéité satisfaisante dans ces conditions ;
- la protection du réacteur contre les agressions externes.

Ces enceintes ont été conçues selon trois modèles :

- celles des réacteurs de 900 MWe sont constituées d'une seule paroi en béton précontraint (béton comportant des câbles d'acier tendus de manière à assurer la compression de l'ouvrage dans l'objectif d'augmenter la résistance à la traction de celui-ci). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression, ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par un revêtement métallique recouvrant l'ensemble de la face interne de la paroi en béton ;
- celles des réacteurs de 1 300 et 1 450 MWe sont constituées de deux parois : la paroi interne en béton précontraint et la paroi externe en béton armé. L'étanchéité est assurée par la paroi interne et par le système de ventilation (EDE) qui assure, entre les deux parois, la collecte et la filtration des fuites résiduelles de la paroi interne avant leur rejet. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe ;
- celle de l'EPR de Flamanville est constituée de deux parois en béton et d'un revêtement métallique qui recouvre l'ensemble de la face interne de la paroi interne.

1.6 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

Les circuits auxiliaires assurent en fonctionnement normal, en puissance ou dans les états d'arrêt du réacteur, la maîtrise des réactions nucléaires, l'évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible dans les états d'arrêt, et le confinement des substances radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

Le rôle des systèmes de sauvegarde est de maîtriser et de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit principalement des circuits suivants :

- le circuit d'injection de sécurité (RIS), dont le rôle est d'injecter de l'eau dans le circuit primaire en cas de fuite de ce dernier ;
- le circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur (EAS), dont le rôle est de diminuer la température et donc la pression dans l'enceinte de confinement en cas de fuite importante du circuit primaire ;
- le circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG), qui intervient pour alimenter en eau les GV en cas de perte du système d'alimentation normal, et ainsi permettre l'évacuation de la chaleur du circuit primaire. Ce système est également utilisé en fonctionnement normal, lors des phases d'arrêt ou de redémarrage du réacteur.

1.7 Les autres systèmes importants pour la sûreté

Les principaux autres systèmes ou circuits importants pour la sûreté et nécessaires au fonctionnement du réacteur sont :

- le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI) qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires. Ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part, les circuits auxiliaires et de sauvegarde et, d'autre part, les circuits véhiculant l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide). C'est un circuit de sauvegarde constitué de deux lignes redondantes. Chacune de ses lignes

est capable d'assurer seule, dans certaines situations, l'évacuation de la chaleur du réacteur vers la source froide ;

- le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR) qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments combustibles entreposés dans la piscine du bâtiment combustible ;
- les systèmes de ventilation, qui assurent le confinement des matières radioactives par la mise en dépression des locaux et la filtration des rejets ;
- les circuits d'eau destinés à la lutte contre l'incendie ;
- le système de contrôle-commande, qui traite les informations reçues de l'ensemble des capteurs de la centrale. Il utilise des réseaux de transmission et donne des ordres aux actionneurs à partir de la salle de commande, grâce à des automatismes de régulation ou à des actions des opérateurs. Son rôle principal vis-à-vis de la sûreté du réacteur consiste à contrôler la réactivité,

à piloter l'évacuation de la puissance résiduelle vers la source froide et à participer au confinement des substances radioactives ;

- les systèmes électriques, qui sont composés des sources et de la distribution électriques. Les réacteurs électronucléaires français disposent de deux sources électriques externes : le transformateur de soutirage et le transformateur auxiliaire. À ces deux sources externes s'ajoutent deux sources électriques internes : les groupes électrogènes de secours à moteur Diesel. Enfin, en cas de perte totale de ces sources externes et internes, chaque réacteur dispose d'un autre groupe électrogène, constitué d'un turbo-alternateur, et chaque centrale nucléaire dispose d'une source d'ultime secours, dont la nature varie selon la centrale considérée. Ces derniers moyens seront complétés, dans les prochaines années, d'un groupe électrogène de secours à moteur Diesel dit « d'ultime secours » par réacteur.

2. Le contrôle de la sûreté nucléaire

2.1 Le combustible

2.1.1 Les évolutions du combustible et de sa gestion en réacteur

Dans le but d'accroître la disponibilité et les performances des réacteurs en fonctionnement, EDF développe, avec les fabricants de [combustible nucléaire](#), des améliorations à apporter aux combustibles et à leur utilisation en réacteur.

EDF a standardisé ses modes de gestion de combustibles. L'ASN veille à ce que chaque évolution de gestion de combustible fasse l'objet d'une démonstration spécifique de la sûreté des réacteurs concernés. Une évolution du combustible ou de son mode de gestion fait préalablement l'objet d'un examen par l'ASN et ne peut être mise en œuvre sans son accord.

Le comportement du combustible étant un élément essentiel de la sûreté du cœur en situation de fonctionnement normal ou accidentel, sa fiabilité est primordiale. Ainsi, l'étanchéité des gaines des crayons de combustible, présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement, fait l'objet d'une attention particulière. En fonctionnement normal, l'étanchéité est suivie par EDF par la mesure permanente de l'activité de radioéléments contenus dans le circuit primaire. L'augmentation de cette activité au-delà de seuils prédéfinis est le signe d'une perte d'étanchéité des assemblages. Lors de chaque arrêt, EDF a l'obligation de rechercher et d'identifier les assemblages contenant des crayons non étanches, dont le rechargement n'est pas autorisé. Si l'activité dans le circuit primaire devient trop élevée, les règles générales d'exploitation ([RGE](#)) imposent l'arrêt du réacteur avant la fin de son cycle normal.

L'ASN s'assure qu'EDF recherche et analyse les causes des pertes d'étanchéité observées, en particulier au moyen d'examen des crayons non étanches afin de déterminer l'origine des défaillances et de prévenir leur réapparition. Les actions préventives et correctives peuvent concerner la conception des crayons et des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation des réacteurs. Par ailleurs, les conditions de manutention des assemblages, de chargement et de déchargement du cœur, ainsi que la prévention de la présence de corps étrangers dans les circuits et les piscines font également l'objet de dispositions d'exploitation dont certaines participent à la démonstration de sûreté et dont le respect par EDF est contrôlé par sondage

par l'ASN en inspection. L'ASN effectue en outre des inspections afin de contrôler la nature de la surveillance qu'EDF réalise sur ses fournisseurs de combustible. Enfin, l'ASN consulte périodiquement son Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires ([GPR](#)) sur les enseignements tirés du retour d'expérience de l'exploitation du combustible.

2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur

L'ASN considère que, en 2019, l'ensemble des centrales nucléaires ont géré de manière globalement satisfaisante l'intégrité de la première barrière de confinement, constituée par la gaine des crayons de combustible.

Les progrès constatés en 2018 vis-à-vis du risque d'introduction de corps étrangers dans le circuit primaire, pouvant par la suite détériorer la première barrière de confinement, se sont poursuivis en 2019. Certains sites ont développé de bonnes pratiques, par exemple, par la mise en place de formations et d'actions de sensibilisation destinées aux personnels intervenant sur les chantiers présentant ce risque spécifique. L'ASN considère qu'EDF doit poursuivre ses efforts dans le domaine.

Le nombre de réacteurs présentant des défauts de gainage a été similaire à l'année précédente. L'ASN restera attentive aux investigations réalisées par EDF sur les assemblages de combustible concernés dans le but de déterminer l'origine de ces défauts et d'identifier des actions correctives en matière de fabrication et d'exploitation.

Dans le cadre du traitement de l'obsolescence des cellules de ressuage¹⁾ des bâtiments du combustible, l'ASN sera attentive à la bonne réalisation de l'ensemble des opérations de maintenance effectuées sur ces équipements. Cette attention sera maintenue jusqu'au déploiement de nouvelles cellules de ressuage mobiles actuellement en cours de conception.

Tout comme en 2018, peu d'événements sont à signaler en 2019 lors des opérations de manutention du combustible. Il est toutefois à noter un accrochage d'assemblage lors d'opérations de déchargement à la centrale nucléaire du [Tricastin](#). Cet aléa étant déjà survenu sur le même site par le passé, l'ASN accordera une attention particulière à l'efficacité des mesures correctives mises en place.

1. La technique de ressuage consiste à chauffer l'eau dans laquelle est logé l'assemblage et à contrôler l'activité de cette eau à la sortie.



Inspection de l'ASN à la centrale nucléaire du Blayais – Moyens mis en place pour gérer le risque de corps étrangers dans les circuits

En 2019, plusieurs réacteurs ont effectué une première montée en puissance après rechargement suffisamment longue pour nécessiter une autorisation de modification de leur référentiel d'exploitation. Les réacteurs concernés ont en effet réalisé un fonctionnement prolongé à puissance intermédiaire, qui accroît le risque de rupture de la première barrière lors de certains accidents. Ces allongements des durées de montée en puissance ont été dus, dans les cas rencontrés en 2019, à des aléas sur certains équipements du circuit secondaire, non importants pour la sûreté. L'ASN considère qu'EDF doit veiller à la disponibilité de ses installations, et plus particulièrement du circuit secondaire, avant la conduite des transitoires de divergence et de montée en puissance.

Concernant la fabrication des assemblages de combustible, l'ASN maintient sa vigilance suite aux anomalies sur les assemblages contenant du MOX rencontrées en 2017 (présence d'îlots enrichis en plutonium de grande taille), qui se sont renouvelées en 2019 malgré les dispositions mises en œuvre à l'usine [Melox](#) d'Orano Cycle. La déclaration par EDF d'un événement significatif relatif à un phénomène de remontée de flux neutronique en bas et en haut de colonne fissile des assemblages de combustible MOX a conduit l'ASN à demander à EDF en 2018 des mesures compensatoires dans l'attente de la modification de la conception de ces assemblages et d'une démonstration complète des risques associés. Le déploiement de ces mesures compensatoires a été réalisé en 2019 pour la partie basse de la colonne fissile, et se poursuivra début 2020 pour la partie haute. En parallèle, EDF a étudié et a commencé à charger en réacteur des assemblages de combustible MOX modifiés qui réduisent l'impact de cet écart de conception. EDF va également adopter des mesures de conduites particulières pour les réacteurs comportant du combustible MOX dès le début de l'année 2020.

2.2 Les équipements sous pression nucléaires

2.2.1 Le contrôle de la conformité de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires (ESPN)

L'ASN évalue la conformité aux [ESPN](#) les plus importants pour la sûreté, dits « de niveau N1 », qui correspondent à la cuve, aux générateurs de vapeur, au pressuriseur, aux groupes motopompes, aux tuyauteries, ainsi qu'aux vannes et aux soupapes de sûreté.

Ces exigences réglementaires permettent de garantir leur sécurité. Elles sont définies par une [directive européenne](#) relative aux équipements sous pression et complétées par des exigences spécifiques aux ESPN.

Cette évaluation de la conformité concerne les équipements destinés aux nouvelles installations nucléaires (plus de 200 équipements sont concernés sur l'EPR de [Flamanville](#)) et les équipements

de rechange destinés aux installations nucléaires en fonctionnement (générateurs de vapeur de remplacement notamment). L'ASN peut s'appuyer pour cette mission sur des organismes qu'elle habilite. Ces derniers peuvent être mandatés par l'ASN pour réaliser une partie des inspections sur les équipements dits de « niveau N1 » et sont chargés de l'évaluation de la conformité aux exigences réglementaires des ESPN moins importants pour la sûreté, dits de « niveau N2 ou N3 ». Le contrôle de l'ASN et des organismes habilités s'exerce aux différents stades de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par un examen de la documentation technique de chaque équipement et par des inspections dans les ateliers des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. [Cinq organismes](#) ou organes d'inspection, sont actuellement habilités par l'ASN pour l'évaluation de la conformité des ESPN : Apave SA, Asap, Bureau Veritas Exploitation, Vinçotte International et l'organe d'inspection des utilisateurs d'EDF.

Les organismes habilités ont réalisé en 2019, en ce qui concerne la conception et la fabrication des ESPN, 2219 actions de contrôle pour les ESPN destinés à l'EPR de Flamanville et 3501 actions de contrôle pour les ESPN de remplacement destinés aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Ces actions de contrôle sont réalisées sous la surveillance de l'ASN.

2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des ESPN

• Des actions orientées vers les écarts et irrégularités détectées dans les usines de fabrication

Les actions de l'ASN en 2019 en matière d'évaluation de la conformité des équipements et du contrôle de leur fabrication ont été fortement orientées sur l'instruction des écarts détectés, en particulier ceux ayant affecté la réalisation du traitement thermique de détensionnement de soudures de raccordement de composants de générateurs de vapeur de rechange réalisés à l'[usine Saint-Marcel de Framatome](#).

L'année 2019 a également été marquée, comme en 2018, par les suites du traitement des [irrégularités](#) détectées en 2016 dans plusieurs usines de fabrication d'ESPN, en particulier dans l'usine Creusot Forge de Framatome. En 2019, l'ASN s'est attachée d'une part à poursuivre l'examen de l'impact de ces irrégularités sur la conformité des équipements, d'autre part à examiner la poursuite de la mise en œuvre du plan d'amélioration de l'usine de Creusot Forge qui prévoit notamment le renforcement de la culture de sûreté, une meilleure maîtrise des outils industriels et la consolidation des compétences techniques.

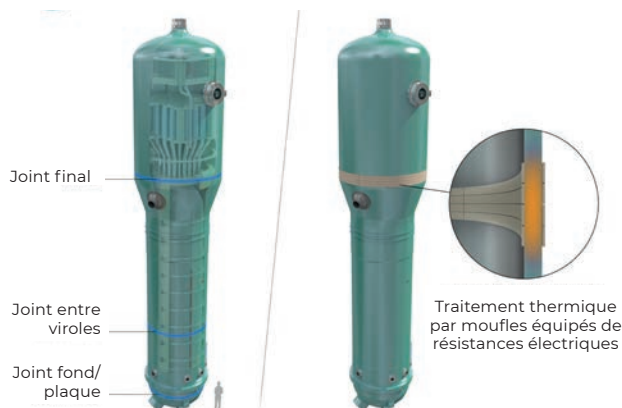
Des [irrégularités](#) ont également été déclarées fin 2018 par le fournisseur Aubert & Duval de Framatome. Ces irrégularités impactent de nombreuses fabrications d'équipements passées ou en cours. Les investigations menées n'ont pas identifié à ce stade de conséquences sur la sûreté des installations. L'ASN examine, en lien avec les organismes qu'elle mandate, les actions de Framatome et d'EDF visant à définir l'étendue et l'impact de ces irrégularités.

En parallèle, et forte de ces constats, l'ASN veille à ce que les fabricants et les exploitants développent au sein de leurs propres structures une organisation et des moyens associés à la détection de telles pratiques, afin que les mesures nécessaires soient prises pour prévenir plus efficacement les [risques de fraudes](#). Elle adapte également sa pratique de contrôle, en réalisant notamment plus d'actions de contrôle inopinées.

• Renforcer les justifications de la conception des ESPN

L'ASN a été régulièrement amenée à faire le constat que les justifications et les démonstrations apportées par les fabricants dans le cadre de la réglementation relative aux ESPN,

Défaut de qualification d'un procédé de traitement thermique de détensionnement lors de la fabrication de générateurs de vapeur de Framatome



Framatome a mis en évidence en 2019 que les conditions de traitement thermique de détensionnement de certaines soudures d'assemblage de composants de GV réalisées par le passé n'ont pas respecté les requis en matière d'homogénéité de chauffe et de plage des températures atteintes. [Cet écart dans les conditions de réalisation](#) du traitement thermique de détensionnement peut entraîner des modifications des caractéristiques métallurgiques des matériaux par rapport aux hypothèses retenues dans les dossiers de conception ou une résorption insuffisante des contraintes mécaniques résultant du soudage.

EDF a justifié le maintien de l'intégrité des équipements en service concernés, en s'appuyant sur des résultats d'essais réalisés sur une maquette représentative, sur des coupons de matière et sur des modèles numériques de prédiction des hétérogénéités des températures. Lors de chaque arrêt de réacteur et avant le redémarrage, les soudures concernées sont spécifiquement contrôlées (mesures d'épaisseur et recherche de défauts). En parallèle, EDF a mis en place un programme de caractérisation détaillé appuyé sur des maquettes et des essais sur matière. L'ASN a sollicité l'expertise de l'IRSN sur les modélisations et les programmes d'essais d'EDF.

Cet écart affecte également des équipements en cours de fabrication pour différents projets, tels que des GV de remplacement et le réacteur EPR de Flamanville.

Enfin l'ASN a demandé à EDF et Framatome de conduire une revue des différents procédés mis en œuvre dans le temps pour déterminer l'extension possible de ce problème. Cette revue est en cours.

L'ASN a conduit en 2019 trois inspections depuis le signalement de cet écart en septembre 2019. Ces inspections ont confirmé la mobilisation d'EDF et Framatome. Elles ont conduit à constater que le procédé n'était pas correctement encadré. Des demandes ont été formulées vis-à-vis des stratégies de caractérisation du comportement des matériaux et de la représentativité des hypothèses rentrant dans les démonstrations.

notamment en ce qui concerne la bonne conception de ces équipements, sont insatisfaisantes. Les industriels, en particulier EDF et Framatome, ont en conséquence mis en place, à partir du premier semestre 2015, des actions structurantes afin de faire évoluer leurs pratiques et de les mettre en conformité avec les exigences réglementaires. L'ASN a suivi ces actions, dont la plus grande partie a été réalisée dans le cadre de l'Association française pour les règles de conception, de construction et de surveillance en exploitation des matériels des chaudières électronucléaires ([AFCEN](#)) et implique la majorité de la profession. L'ASN considère positivement cette démarche et a reconnu, pour la plupart des problématiques identifiées en 2015, le caractère approprié des publications de l'AFCEN prenant la forme de guides ou de méthodes. Cette démarche sera renouvelée dans les années à venir pour continuer à faire progresser la profession sur certaines thématiques et pour tirer le retour d'expérience des premières applications des guides et méthodes créées.

2.2.3 Le contrôle de l'exploitation des équipements sous pression

Les circuits primaire et secondaires principaux (CPP et CSP) des réacteurs, qui contribuent au confinement des substances radioactives, au refroidissement et au contrôle de la réactivité, fonctionnent à haute température et haute pression.

La surveillance de l'exploitation de ces circuits est réglementée par l'[arrêté du 10 novembre 1999](#) relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs électronucléaires à eau sous pression. Dans ce cadre, ces circuits font l'objet d'une surveillance et d'une maintenance périodique par EDF. Cette surveillance fait elle-même l'objet d'un contrôle de la part de l'ASN.

Ces circuits sont soumis à une requalification périodique réalisée tous les dix ans, qui comprend une visite complète des circuits impliquant des examens non destructifs, une épreuve hydraulique sous pression et une vérification du bon état et du bon fonctionnement des accessoires de protection contre les surpressions.



Inspection de revue de l'ASN à la centrale nucléaire de Gravelines – Générateur de vapeur – Mai 2018

• Les zones en alliage à base de nickel

Plusieurs parties des réacteurs à eau sous pression (REP) sont fabriquées en alliage à base de nickel. La résistance de ce type d'alliage à la corrosion généralisée ou par piqûres justifie son emploi. Cependant, dans les conditions de fonctionnement des réacteurs, l'un des alliages retenus, l'Inconel 600, s'est révélé sensible au phénomène de corrosion sous contrainte. Ce phénomène particulier se produit en présence de contraintes mécaniques importantes. Il peut conduire à l'apparition de fissures, comme observé sur certains tubes de GV au début des années 1980 ou, plus récemment en 2011, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Gravelines](#) et, en 2016, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#).

Ces fissures conduisent l'exploitant à réparer les zones concernées ou à isoler la partie concernée du circuit.

À la demande de l'ASN, EDF a adopté une approche globale de surveillance et de maintenance pour les zones concernées. Plusieurs zones du circuit primaire en alliage Inconel 600 font ainsi l'objet d'un contrôle particulier. Pour chacune d'elles, le programme de contrôle en service, défini et mis à jour annuellement par l'exploitant, est soumis à l'ASN qui vérifie que les performances et la fréquence des contrôles mis en place par EDF sont satisfaisantes pour détecter les dégradations redoutées.

• La résistance des cuves des réacteurs

La cuve, composant essentiel d'un REP, contient le cœur du réacteur, ainsi que son instrumentation. Pour les réacteurs de 900 MWe, la cuve a une hauteur de 14 m, un diamètre de 4 m pour une épaisseur de 20 cm et une masse de 330 tonnes. Pour l'[EPR](#), en cours de construction à Flamanville, la hauteur de la cuve est de 15 m, son diamètre de 4,90 m pour une épaisseur de 25 cm et sa masse de 510 t.

En fonctionnement normal, la cuve est entièrement remplie d'eau, à une pression de 155 bars et à une température de 300 °C. Elle est composée d'acier ferritique, avec un revêtement interne en acier inoxydable.

Le contrôle régulier de l'état de la cuve est essentiel pour deux raisons :

- la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, pour des raisons à la fois de faisabilité technique et de coût ;
- le contrôle contribue à la démarche d'exclusion de rupture de cet équipement. Cette démarche repose sur des dispositions particulièrement exigeantes en matière de conception, de fabrication et de contrôle en service afin de garantir sa tenue pendant toute la durée de vie du réacteur, y compris en cas d'accident.

Durant son fonctionnement, le métal de la cuve se fragilise progressivement, sous l'effet des neutrons issus de la réaction de fission du cœur. Cette fragilisation rend en particulier la cuve plus sensible aux chocs thermiques sous pression ou aux montées brutales de pression à froid. Cette sensibilité est par ailleurs accrue en présence de défauts technologiques, ce qui est le cas pour quelques cuves qui présentent des défauts dus à la fabrication, sous leur revêtement en acier inoxydable.

L'ASN examine régulièrement les justifications de la résistance en service des cuves transmises par EDF afin de s'assurer qu'elles sont suffisamment conservatives.

• La maintenance et le remplacement des générateurs de vapeur

Les GV sont composés de deux parties, l'une appartenant au circuit primaire principal et l'autre au circuit secondaire principal. L'intégrité des principaux éléments constitutifs des GV est surveillée, tout particulièrement celle des tubes qui constituent

Les principes de la démonstration de la résistance en service des cuves

La réglementation en vigueur impose notamment à l'exploitant :

- d'identifier les situations de fonctionnement ayant un impact sur l'équipement ;
- de prendre des mesures afin de connaître l'effet du vieillissement sur les propriétés des matériaux ;
- de mettre en œuvre les moyens lui permettant de détecter suffisamment tôt les défauts préjudiciables à l'intégrité de la structure ;
- d'éliminer toute fissure détectée ou, en cas d'impossibilité, d'apporter une justification spécifique appropriée au maintien en l'état d'un tel type de défaut.

le faisceau tubulaire. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire (corrosion, usure, fissure...) peut créer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. La rupture de l'un des tubes du faisceau conduirait à contourner l'enceinte de confinement du réacteur, qui constitue la troisième barrière de confinement. Les GV font donc l'objet d'un programme spécifique de surveillance en exploitation, établi par EDF, révisé périodiquement et examiné par l'ASN. À la suite des contrôles, les tubes présentant des dégradations trop importantes sont bouchés pour être mis hors service.

• L'encrassement des tubes et internes de la partie secondaire des générateurs de vapeur

Les GV ont tendance à s'encrasser au cours du temps en raison des produits de corrosion issus des échangeurs du circuit secondaire. Cela se traduit par l'accumulation de boue molle ou dure en partie basse des GV, l'encrassement des parois des tubes et le colmatage des plaques entretoises qui soutiennent le faisceau tubulaire. Les produits de corrosion forment une couche de magnétite sur les surfaces des internes. Sur les tubes, la couche de dépôt (encrassement) diminue l'échange thermique. Au niveau des plaques entretoises, les dépôts empêchent la libre circulation du mélange eau-vapeur (colmatage), ce qui crée un risque d'endommagement des tubes et des structures internes et peut dégrader le fonctionnement global du GV.

Pour empêcher ou minimiser les effets de l'encrassement décrits ci-dessus, diverses solutions peuvent être mises en œuvre et permettent de limiter les dépôts métalliques : nettoyages chimiques préventifs ou nettoyages mécaniques curatifs (lançages à l'aide de jets hydrauliques), remplacement du matériau (laiton par acier inoxydable ou alliage de titane, plus résistants à la corrosion) de certains faisceaux tubulaires d'échangeurs du circuit secondaire, modification des produits chimiques de conditionnement des circuits et augmentation du pH du circuit secondaire. Certaines de ces opérations nécessitent l'obtention d'une autorisation de rejet de certains produits mis en œuvre.

Certains procédés de nettoyage chimique font encore l'objet d'essais visant à démontrer l'innocuité des produits chimiques employés. En particulier, l'identification d'un risque de corrosion sur des réacteurs ayant fait l'objet de tels nettoyages en 2016 a conduit l'ASN à demander la mise en œuvre de mesures de maintenance particulières, en particulier des examens non destructifs sur les zones potentiellement exposées à ce risque.

• Le remplacement des générateurs de vapeur

Depuis les années 1990, EDF conduit un [programme de remplacement des GV](#) constitués des faisceaux tubulaires les plus dégradés, dont en priorité ceux fabriqués en alliage Inconel 600 non traités thermiquement (600 MA), puis ceux fabriqués en alliage Inconel 600 traités thermiquement (600 TT).

La campagne de remplacement des GV dont le faisceau tubulaire est en 600 MA – soit 26 réacteurs – s'est achevée en 2015 avec celui du réacteur 3 de la centrale nucléaire du [Blayais](#). Elle se poursuit par les remplacements des GV dont le faisceau tubulaire est en 600 TT – soit 26 réacteurs.

• Méthodes de contrôle appliquées aux équipements sous pression (ESP) des circuits primaire et secondaires principaux

L'[arrêté du 10 novembre 1999](#) dispose que les procédés d'essais non destructifs employés pour le suivi en service des ESP des circuits primaire et secondaires principaux des réacteurs électronucléaires doivent faire l'objet d'une qualification, préalablement à leur première utilisation. Celle-ci est prononcée par une entité composée d'experts internes et externes à EDF dont la compétence et l'indépendance sont vérifiées par le Comité français d'accréditation ([Cofrac](#)).

La qualification permet de garantir que le procédé d'essai non destructif atteint effectivement les performances prévues et décrites dans un cahier des charges préalablement établi.

En raison des risques radiologiques associés à la radiographie, les contrôles par ultrasons sont privilégiés, s'ils présentent des performances de contrôle équivalentes.

À ce jour, plus de 90 procédés d'essais non destructifs sont qualifiés dans le cadre des programmes d'inspection en service. De nouveaux procédés de développement et de qualification pour répondre à de nouveaux besoins sont en cours.

Concernant l'EPR de [Flamanville](#), la quasi-totalité des procédés d'essais pour le suivi en service des ESP des circuits primaire et secondaires principaux a été qualifiée en amont de la visite complète initiale (VCI) du CPP et des CSP, ce qui correspond à plus de 30 procédés qualifiés spécifiques à l'EPR.

2.2.4 L'évaluation des équipements sous pression en exploitation

• Les cuves des réacteurs

Dans le cadre de la préparation des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe, EDF a transmis à l'ASN, en 2017, un dossier justifiant la résistance en service des cuves de ces réacteurs après 40 ans d'exploitation. Ce dossier a été soumis à l'avis du Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN) le [20 novembre 2018](#) et le [15 octobre 2019](#). L'examen a porté sur les défauts analysés, l'estimation du vieillissement sous irradiation du métal de la cuve, les analyses thermomécaniques et les études d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale des cuves. La démarche générique mise en place par EDF consiste à considérer, suivant une approche enveloppe, les propriétés mécaniques issues de la cuve présentant la fragilisation sous irradiation la plus pénalisante des réacteurs de 900 MWe.

L'examen mené de cette démarche générique doit encore se poursuivre en 2020, notamment par une nouvelle présentation au GPESPN. Compte tenu des échéances de la quatrième visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin et de celle du réacteur 2 de la centrale nucléaire du Bugey, EDF a par ailleurs apporté une démonstration spécifique de la résistance des cuves de ces deux réacteurs. L'ASN considère que cette démonstration spécifique est satisfaisante et permet à ces deux cuves de fonctionner au-delà de leur quatrième visite décennale.

• Les coudes moulés

Les coudes moulés sont des composants de tuyauterie installés sur le circuit primaire principal des réacteurs à eau sous pression. Ils sont présents en branches chaudes (coudes C) et en branches froides (coudes A, B et D sur les branches en U et coudes E à l'entrée de la cuve).

Les coudes moulés installés sur les réacteurs de 900 MWe ont été fabriqués en acier inoxydable austéno-ferritique. La phase ferritique subit un vieillissement sous l'effet de la température de fonctionnement du CPP. Certains éléments d'alliage présents dans le matériau favorisent cette sensibilité au vieillissement. Il en résulte une dégradation de certaines propriétés mécaniques, telles que la résilience et la résistance à la déchirure ductile.

Par ailleurs, ces coudes comportent des retassures sous forme d'amas ou de filaments, ou encore des criques de solidification, inhérentes au mode de fabrication par moulage statique, qui pourraient, combinées au vieillissement thermique, en augmenter le risque de rupture brutale.

EDF a mené de nombreux travaux afin d'approfondir sa connaissance de ces matériaux, de leur cinétique de vieillissement et d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale.

Le dossier établi par EDF a fait l'objet d'une instruction par l'ASN et d'un [avis du GPESPN le 23 mai 2019](#). À l'issue de cette analyse, l'ASN a formulé des demandes de démonstration complémentaire à EDF sur la prévision du comportement du matériau vieilli, la connaissance des défauts présents dans les coudes, les analyses des marges vis-à-vis de la rupture brutale des coudes et le suivi en service de ces composants. Les éléments de justification demandés doivent être présentés à l'ASN dans le courant de l'année 2020.

• Les dossiers de référence réglementaires

L'exploitant est tenu de conserver et de mettre à jour les dossiers de référence réglementaires qui sont exigés par l'arrêté du 10 novembre 1999 précité relatif à la surveillance du CPP et des CSP. Ces dossiers sont constitués des dossiers de conception, de fabrication, de protection contre les surpressions, des dossiers relatifs aux matériaux, des constations faites en exploitation et, le cas échéant, des dossiers de traitement des [écarts](#). L'exploitant doit mettre à jour ces dossiers aussi souvent que nécessaire et au moment de la requalification périodique des circuits primaire et secondaires principaux. En raison du caractère standardisé des réacteurs électronucléaires français, EDF a la possibilité de réaliser une mise à jour générique de ces dossiers. Dans le cadre de la réalisation des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe, EDF a procédé à cette mise à jour qui revêt un caractère particulier dans la mesure où les hypothèses de conception étaient établies initialement pour un fonctionnement de 40 ans.

Dans ce cadre l'ASN a examiné les hypothèses et les méthodes mises en œuvre par EDF afin de mettre à jour les dossiers des équipements. L'ensemble de l'analyse a fait l'objet d'un [avis du GPESPN le 8 octobre 2019](#). Par ailleurs, l'ASN a examiné l'ensemble des programmes de surveillance prévus sur les équipements des circuits primaire et secondaires principaux. Cet examen a conduit l'ASN à considérer que la démarche globale mise en œuvre par EDF est satisfaisante tout en lui demandant de renforcer certains examens.

• L'exploitation des équipements sous pression

L'ASN considère que la situation de la deuxième barrière de confinement reste un point de vigilance en 2019, l'année ayant été marquée par le constat de niveaux d'encrassement importants dans certains GV de quelques réacteurs, susceptibles d'altérer la sûreté de leur fonctionnement. Ce constat a révélé l'insuffisance de la maintenance pour garantir un état de propreté satisfaisant.

En complément de cette appréciation, l'ASN note que les opérations de remplacement des GV des réacteurs 5 et 6 de la centrale nucléaire de [Gravelines](#) et 1 et 2 de la centrale nucléaire de [Flamanville](#) ont dû être décalées à cause de nombreux écarts affectant la fabrication de ces équipements et ont conduit à la mise en œuvre d'opérations de sécurisation des tubes présentant des fissures.

Le suivi en service des autres équipements du CPP, en application de l'arrêté du 10 novembre 1999, apparaît approprié. La détection en 2017 d'une fissure sur une traversée de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#), la fissuration de deux bouchons dans les GV du réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Paluel](#) en 2016 et le percement de tubes de GV sur les réacteurs 2 des centrales nucléaires de Belleville et Flamanville en 2019 illustrent le risque de nouvelles dégradations associées au vieillissement des installations. Elle confirme la nécessité d'adapter en conséquence le niveau d'exigence du suivi en service et l'anticipation du développement des procédés de réparation. La réparation de la traversée de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de Cattenom a été réalisée en 2019.

2.3 Les enceintes de confinement

2.3.1 Le contrôle des enceintes de confinement

Les enceintes de confinement font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur de celui-ci venait à dépasser la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains types d'accident. C'est pourquoi ces essais comprennent, à la fin de la construction, puis lors des visites décennales, une montée en pression de l'enceinte interne avec une mesure de taux de fuite. Ces essais sont imposés par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (INB).

2.3.2 L'évaluation de l'état des enceintes de confinement

• Gestion globale de la fonction de confinement

L'organisation mise en œuvre par EDF pour suivre les activités et les systèmes susceptibles d'avoir un impact sur le confinement statique et dynamique des installations est globalement satisfaisante, même si celle-ci n'est pas toujours formalisée. Cela se traduit localement par des écarts affectant certains matériels qui ne sont pas traités dans les délais adéquats, ce qui a pour conséquence de fragiliser le confinement statique ou dynamique des installations.

EDF a engagé depuis 2016 un plan d'action dont l'objectif principal est de vérifier que les débits des systèmes de ventilation répondent aux exigences de sûreté nécessaires à la fois au confinement et au conditionnement thermique des installations. Ce plan d'action va se poursuivre jusqu'en 2025. Il permettra de dresser un état des lieux de tous les systèmes de ventilation des réacteurs. Il prévoit des remises en état quand elles sont nécessaires et des améliorations. L'ASN sera ainsi vigilante dans les années à venir sur les moyens organisationnels et opérationnels qu'EDF mettra en œuvre pour s'assurer du maintien dans le temps du respect des réglages réalisés et du bon état des matériels de ventilation concernés.

Des améliorations sont par ailleurs encore attendues sur l'état de certains composants participant au confinement tels que les siphons de sol. L'ASN sera vigilante, lors de ses inspections, à la maintenance assurée par EDF sur ces composants.

• Les enceintes à simple paroi revêtue sur la face interne d'une peau d'étanchéité métallique

Les épreuves décennales des enceintes des réacteurs de 900 MWe réalisées depuis 2009 dans le cadre de leur troisième et quatrième visite décennale n'ont en général pas mis en lumière de problèmes particuliers susceptible de remettre en cause leur exploitation. L'enceinte du réacteur 5 de la centrale nucléaire du [Bugey](#) a toutefois dû faire l'objet d'une réparation, à la suite d'une dégradation de l'étanchéité du revêtement métallique de l'enceinte au niveau de la partie basse du bâtiment du réacteur constatée en 2015. EDF a par ailleurs mis en place une surveillance dédiée.

Le vieillissement des enceintes des réacteurs de 900 MWe a été instruit par l'ASN, avec l'appui de l'IRSN en 2018, et a été présenté au GPR lors d'une séance dédiée au vieillissement. Cette instruction a conclu que la propreté de la partie extérieure des enceintes doit être améliorée pour prévenir le risque de stagnation d'eau, de débris, de mousses et d'autres végétaux. EDF a engagé des contrôles visuels des dômes des enceintes. L'ASN mènera des inspections visant à s'assurer de la pertinence de ces contrôles.

• Les enceintes à double paroi

Les épreuves des enceintes à double paroi réalisées lors des premières visites décennales des réacteurs de 1300 MWe avaient permis de détecter une augmentation des taux de fuite de la paroi interne de certaines d'entre elles sous l'effet combiné de déformations du béton et de pertes de précontrainte de certains câbles plus importantes qu'anticipées lors de la conception.

EDF a alors engagé d'importants travaux consistant à recouvrir localement, par un revêtement d'étanchéité en résine, l'intrados et l'extrados de la paroi interne des enceintes des réacteurs de 1300 MWe les plus affectés, ainsi que des réacteurs de 1450 MWe. Ces travaux ont d'ores et déjà été menés sur sept réacteurs et se poursuivront jusqu'en 2022. Les épreuves réalisées depuis ces travaux ont toutes respecté les critères de taux de fuite.

L'ASN reste vigilante sur l'évolution de l'étanchéité de ces enceintes et sur le maintien de l'efficacité des revêtements sur le long terme.

Lors de l'instruction menée en 2013 sur l'efficacité de la fonction de confinement des réacteurs à double paroi, l'ASN avait noté que certaines enceintes présentaient des caractéristiques susceptibles de les affecter par des phénomènes de gonflement interne du béton préjudiciables à terme à la performance de la fonction de confinement de ces enceintes. Depuis cette instruction, EDF a engagé des actions de caractérisation et de surveillance des phénomènes pouvant affecter le béton des enceintes. Il ressort notamment des analyses menées par EDF que les cinétiques d'évolution de ces phénomènes sont très lentes et qu'aucun désordre structurel n'affecte les enceintes concernées. Sur ce point également, l'ASN reste vigilante sur l'évolution à moyen et long terme des phénomènes en jeu. L'ASN a réalisé en 2019 une inspection visant à s'assurer de la surveillance et de la caractérisation par EDF de ces phénomènes.

Les modélisations de l'enceinte de confinement des réacteurs de 1300 MWe et 1450 MWe en situation d'accident grave font apparaître un comportement particulier, qui conduit à un risque de fissuration d'une partie de l'épaisseur du dôme, dans certains scénarios accidentels. Ces observations sont principalement liées aux comportements thermomécaniques différentiels du béton du dôme et de poutres métalliques. La fissuration ainsi observée intervient nettement avant 24 heures, correspondant au délai minimal prévu par EDF pour demander l'ouverture du dispositif de filtration avant rejet de l'enceinte. Cette fissuration est susceptible de conduire à une augmentation sensible des fuites au travers du dôme. L'ASN note que les résultats obtenus à l'issue de ces modélisations dépendent fortement des hypothèses retenues

(courbe de fragilité de l'enceinte, représentativité du modèle de l'enceinte ...). L'ASN a demandé à EDF d'étudier ce phénomène, d'évaluer la sensibilité des résultats aux différents paramètres du modèle, et de présenter les éventuelles modifications qui seraient nécessaires pour limiter ce risque.

2.4 La prévention et la maîtrise des risques

2.4.1 Le contrôle de l'élaboration et de l'application des règles générales d'exploitation

Les RGE encadrent le fonctionnement des réacteurs électronucléaires. Celles-ci sont établies par l'exploitant et déclinent de manière opérationnelle les hypothèses et conclusions des études de sûreté qui constituent la démonstration de sûreté nucléaire. Elles fixent les limites et conditions d'exploitation de l'installation.

• Le fonctionnement normal et le fonctionnement en mode dégradé

Les spécifications techniques d'exploitation

Les spécifications techniques d'exploitation (STE), qui constituent le chapitre III des RGE, définissent les domaines de fonctionnement normal fondés sur les hypothèses de conception et de dimensionnement de l'installation et requièrent les systèmes nécessaires au maintien des fonctions de sûreté, notamment l'intégrité des barrières de confinement des substances radioactives et la surveillance de ces fonctions en cas d'incident ou d'accident. Elles prescrivent également les conduites à tenir en cas de défaillance momentanée d'un système requis ou de dépassement d'une limite, ces situations relevant d'un fonctionnement dit en « mode dégradé ».

Les STE évoluent pour intégrer le [retour d'expérience](#) de leur application et les modifications apportées aux réacteurs. De manière ponctuelle, l'exploitant peut les amender temporairement, par exemple pour réaliser une intervention dans des conditions différentes de celles initialement prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire. Il doit alors justifier de la pertinence de cette modification temporaire, et définir les mesures compensatoires adéquates pour maîtriser les risques associés.

Les modifications des STE de nature à affecter la sûreté font l'objet, selon leur importance, soit d'une demande d'autorisation auprès de l'ASN, soit d'une déclaration à l'ASN, préalablement à leur mise en œuvre.

Lors des inspections dans les centrales nucléaires, l'ASN vérifie que l'exploitant respecte les STE et, le cas échéant, les mesures compensatoires associées aux modifications temporaires. Elle contrôle également la cohérence entre les modifications des installations mises en œuvre et les documents d'exploitation normale, tels que les consignes de conduite et les fiches d'alarme et la formation des acteurs chargés de leur application.

Les essais périodiques

Les éléments importants pour la protection ([EIP](#)) des personnes et de l'environnement font l'objet d'une qualification visant à garantir leur capacité à assurer leurs fonctions dans les situations où ils sont nécessaires. Les essais périodiques de ces matériels contribuent à vérifier la pérennité de la qualification et permettent de s'assurer régulièrement de leur disponibilité lorsqu'ils sont requis. Les règles des essais périodiques des matériels importants pour la sûreté sont intégrées dans les règles générales d'exploitation des réacteurs. Elles fixent la nature des contrôles techniques à réaliser, leur fréquence et les critères qui permettent de statuer sur le caractère satisfaisant des contrôles.

L'ASN s'assure que les essais périodiques des matériels importants pour la sûreté sont pertinents et qu'ils font l'objet d'une amélioration continue. Elle exerce cette vérification lors de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur,

puis lors des demandes d'autorisation de modification des RGE. Elle vérifie aussi au cours d'inspections que ces essais périodiques sont exécutés conformément aux programmes d'essais prévus dans les RGE.

Les essais physiques du cœur

Les essais physiques du cœur contribuent aux deux premiers niveaux de la défense en profondeur. Ils ont pour objectif, d'une part, de confirmer que le cœur en cours d'exploitation est conforme au référentiel de conception et à la démonstration de sûreté, d'autre part, de calibrer les systèmes de régulation et de protection automatiques. Ces essais prescrits dans les RGE sont réalisés périodiquement.

Les essais physiques au redémarrage sont assimilables à des essais de requalification à la suite du rechargement du cœur. Les essais physiques en cours et lors d'une prolongation de cycle permettent de garantir la disponibilité et la représentativité de l'instrumentation, ainsi que les performances du cœur en exploitation.

Les modifications des RGE relatives aux essais physiques du cœur sont réalisées suivant un processus similaire à celui régissant les modifications des STE et sont généralement soumises à autorisation de l'ASN.

Lors des inspections sur site, l'ASN contrôle la conformité des essais réalisés (respect des modes opératoires et des critères à vérifier), ainsi que l'organisation d'EDF durant ces phases d'exploitation particulières.

• Les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident

La conduite en cas d'incident ou d'accident

Les stratégies et les règles de conduite du réacteur en [situation d'incident ou d'accident](#) sont définies dans les RGE. Celles-ci évoluent notamment pour intégrer le retour d'expérience des incidents et accidents, résorber les écarts détectés lors de leur application ou prendre en compte les modifications apportées aux installations, notamment celles issues des réexamens périodiques. Ces modifications sont, pour la plupart, soumises à l'autorisation de l'ASN.

L'ASN contrôle régulièrement les processus d'élaboration et de validation des règles de conduite en cas d'incident ou d'accident, leur pertinence et leurs modalités de mise en œuvre.

Dans ce cadre, l'ASN peut mettre en situation les équipes de conduite de l'installation pour contrôler les modalités d'application des règles précitées et de gestion des matériels spécifiques utilisés en conduite accidentelle. Elle veille en particulier à la bonne application des principes d'organisation des équipes de crise décrits dans le référentiel d'EDF validé par l'ASN. Cette organisation prévoit notamment que chaque équipier de crise participe au moins annuellement à un exercice.

La conduite en cas d'accident grave

À la suite d'un incident ou d'un accident, si les fonctions de sûreté (maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement) ne sont pas assurées du fait d'une succession de défaillances, la situation est susceptible d'évoluer vers un accident grave consécutivement à un endommagement sévère du combustible. Face à de telles situations, peu probables, les stratégies de conduite de l'installation privilégient la préservation de l'enceinte de confinement afin de limiter autant que possible les rejets dans l'environnement. La mise en œuvre de ces stratégies mobilise les compétences des équipes de crise constituées au niveau local et au niveau national. Ces équipes s'appuient sur le plan d'urgence interne ([PUI](#)), complété notamment du guide d'intervention en cas d'accident grave et des guides d'action des équipes de crise.

L'ASN examine périodiquement les stratégies développées par EDF dans ces documents, en particulier dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs.

2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs

• Le fonctionnement normal et dégradé

L'ASN constate que les règles et consignes de conduite des réacteurs électronucléaires, en fonctionnement normal et dégradé, sont connues et maîtrisées par les équipes de conduite des réacteurs. Les [inspections de l'ASN](#) ont néanmoins mis en exergue en 2019 que les contrôles des activités réalisées par les opérateurs de conduite devaient être renforcés. L'analyse des causes profondes des événements significatifs révélant un défaut de surveillance des activités accomplies en salle de commande par l'équipe de conduite confirme cette tendance : le délai moyen de détection d'un non-respect des règles de conduite est trop important sur plusieurs centrales nucléaires. Il apparaît que les sites qui ont éprouvé le plus de difficultés en fonctionnement normal et dégradé sont ceux qui ont eu à gérer un arrêt décennal.

Les événements significatifs dont l'analyse des causes révèle un défaut de conduite représentent parfois plus d'un tiers des événements significatifs déclarés par un site.

Les sorties non autorisées des domaines d'exploitation restent limitées en nombre et sont correctement gérées, même si celles-ci révèlent des signaux faibles.

L'ASN note qu'EDF met en place sur certains sites des plans d'action pour renforcer la rigueur et traiter les difficultés identifiées en matière de sûreté. L'ASN considère que l'efficacité de ces plans reste à confirmer. Elle concentrera une part significative de ses contrôles sur les sites concernés. Dans ce cadre, elle portera une attention particulière à la capacité d'EDF à faire face aux modifications importantes des installations et de leurs modalités d'exploitation, notamment lors des arrêts décennaux des réacteurs. Les dispositions prises par EDF pour prévenir des gestes et décisions inadaptées de l'équipe de conduite et renforcer la rigueur dans l'application des règles de conduite et la gestion des alarmes feront également l'objet d'une vigilance accrue.

La planification et la réalisation des essais périodiques, ainsi que l'analyse de leurs résultats constituent des domaines dans lesquels la majorité des sites doit progresser. Un manque de rigueur dans la préparation des essais périodiques, ainsi que des déficiences dans la fiabilisation des interventions conduisent parfois à des dépassements de périodicité de réalisation et à ce que les conditions de réalisation de ces essais soient inadéquates. Les inspecteurs de l'ASN ont constaté à plusieurs reprises des conclusions erronées en matière de disponibilité des matériels à l'issue de la réalisation d'essais périodiques. Par ailleurs, l'ASN observe également des problèmes dans la documentation opérationnelle qui est parfois inadaptée à la réalisation des activités, en raison par exemple de son volume ou d'erreurs dans les gammes d'essais. Enfin, malgré des efforts dans ces domaines, des défauts de formation ou de compétences persistants sont à l'origine d'événements significatifs dans le cadre de la réalisation des essais périodiques. Lors de ses contrôles en 2020, l'ASN portera une attention particulière aux dispositions mises en œuvre par EDF pour apporter la rigueur nécessaire à la réalisation des essais périodiques en ce qui concerne les dimensions matérielle, documentaire et humaine.

• La conduite en cas d'incident, d'accident ou d'accident grave

Comme chaque année, l'ASN a mené en 2019 plusieurs inspections sur les dispositions organisationnelles et techniques prévues par EDF en situation d'incident et d'accident. Deux [inspections renforcées](#) ont en particulier été menées dans les centrales nucléaires de [Chooz](#) et de [Nogent-sur-Seine](#) avant la mise en œuvre des règles générales d'exploitation issues respectivement du deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1450 MWe et du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

La filière indépendante de sûreté (FIS)

Au sein d'EDF, la FIS assure la vérification en matière de sûreté des actions et décisions prises par les services en charge de l'exploitation des installations. Sur chaque centrale nucléaire, la FIS est composée d'ingénieurs sûreté et d'auditeurs, qui assurent notamment chaque jour une vérification du niveau de sûreté des réacteurs. Le fonctionnement de chaque FIS est contrôlé et évalué, au niveau national, par la FIS de la division de la production nucléaire d'EDF. Enfin, les services d'inspection interne d'EDF, notamment l'inspecteur général rattaché au président du groupe EDF, assisté d'une équipe d'inspecteurs, constituent le plus haut niveau de vérification indépendante de la sûreté nucléaire au sein du groupe EDF.

Lors de ces inspections, l'ASN contrôle, d'une part, l'application des procédures de conduite en situation d'incident ou d'accident et, d'autre part, la capacité de certains matériels à remplir leur fonction. Ces inspections intègrent quasi systématiquement une mise en situation des équipes d'EDF. En 2019, la connaissance des consignes guidant les gestes que les opérateurs de terrain ont à accomplir a été jugée satisfaisante. Toutefois, comme en 2018, l'ASN a constaté que certaines consignes contiennent des erreurs, des imprécisions, voire des instructions impossibles à exécuter. Bien qu'ayant été identifiées par EDF lors de ses contrôles internes, ces défauts ne sont pas corrigés avant la mise en application des documents concernés. Ces constats révèlent que les actions mises en œuvre par EDF en réponse aux demandes de l'ASN formulées en 2016 n'ont pas produit les effets attendus. Cette situation trouve notamment son origine dans une saturation des équipes d'ingénierie nationales d'EDF du fait de la charge de travail générée par les réexamens périodiques. L'ASN a accentué son contrôle de ces activités et a constaté, fin 2019, une implication renforcée de ces équipes dans le traitement réactif des écarts qui affectent les règles et consignes de conduite.

En 2019, EDF n'a pas activé de PUI sur ses centrales nucléaires.

Les inspections sur l'organisation et les moyens de crise ont confirmé les constats effectués les années précédentes, avec un niveau d'appropriation satisfaisant des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence relevant d'un plan d'urgence interne.

Enfin, l'ASN poursuivra en 2020 le contrôle de l'application des dispositions de sa [décision n° 2017-DC-0592 du 13 juin 2017](#) relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du PUI. La mise en conformité par rapport aux dispositions de cette décision se poursuit, avec des échéances s'échelonnant jusqu'au 1^{er} janvier 2022.

2.4.3 Le contrôle de la maintenance des installations

La maintenance préventive constitue une ligne de défense essentielle pour maintenir la conformité d'une installation à son référentiel de sûreté. Il s'agit d'une thématique importante qui fait l'objet de contrôles par l'ASN lors de ses inspections dans les centrales nucléaires.

Afin d'améliorer la fiabilité des équipements importants pour la sûreté, mais aussi la performance industrielle, EDF optimise ses activités de maintenance en s'inspirant des pratiques de l'industrie conventionnelle et des exploitants de centrales nucléaires à l'étranger.

Ainsi, EDF a engagé en 2010 le déploiement d'une nouvelle méthodologie de maintenance, dénommée AP-913, développée par les exploitants nucléaires américains. Le principal intérêt de cette méthode est de rendre les matériels plus fiables grâce à un suivi en service permettant d'améliorer la maintenance préventive.

La déclinaison de cette méthodologie de maintenance repose sur la mise en œuvre des six processus suivants :

- l'identification des matériels critiques et la détermination des programmes de maintenance et de suivi associés ;
- la définition des exigences de suivi et de maintenance des matériels ;
- l'analyse des performances des matériels et des systèmes ;
- la définition et le pilotage des actions correctives ;
- l'amélioration continue des référentiels et du pilotage de la fiabilité ;
- la gestion du cycle de vie des matériels.

Après un bilan du déploiement de l'AP-913 réalisé en 2016, EDF a fait évoluer ses pratiques afin de garantir la qualité des gestes de maintenance, de recentrer le suivi des performances sur les matériels et systèmes à forts enjeux et d'optimiser le volume des opérations de maintenance.

2.4.4 L'évaluation de la maintenance

La plupart des centrales nucléaires s'est organisée de manière satisfaisante pour mener à bien les opérations de maintenance conséquentes réalisées actuellement.

Toutefois, l'ASN relève régulièrement des points à améliorer concernant la maintenance des réacteurs. Malgré la mise en place par EDF de plans d'action pour réduire leur occurrence, les défauts de qualité de maintenance à l'origine d'événements significatifs pour la sûreté persistent à un niveau encore élevé alors que plusieurs d'entre eux auraient pu être évités par une meilleure préparation des activités. Des défauts de maîtrise des activités sont parfois dus à des difficultés dans l'approvisionnement et le montage des pièces de rechange. Des pièces de rechange sont régulièrement non disponibles, non conformes ou leurs conditions d'entreposage inadéquates. Des documents nationaux d'EDF mal appliqués ou des documents opérationnels incorrects sont à l'origine de maintenances inadaptées ou de défauts de qualité de maintenance. Une mauvaise réalisation des travaux est trop souvent détectée tardivement, c'est-à-dire seulement lors des opérations de requalification des équipements après des travaux de maintenance. Par ailleurs, l'ASN constate que les essais de requalification ne permettent pas toujours de détecter les défauts de matériels. Enfin, la mise en œuvre des actions correctives pour le traitement des écarts liés à des activités de maintenance s'avère parfois inefficace ou non pérenne.

L'ASN perçoit une amélioration des actions de contrôle technique des interventions et de surveillance des prestataires, grâce notamment à l'utilisation d'outils informatiques récemment déployés dans les centrales.

L'ASN a demandé en 2019 à EDF un bilan de sa politique de maintenance, en particulier en ce qui concerne la méthode de maintenance AP-913 (voir point 2.4.3) et les adaptations qui ont été mises en œuvre. L'ASN examinera en 2020 les réponses fournies par EDF au regard des insuffisances qu'elle a relevées sur cette thématique.

Dans le cadre de la poursuite du fonctionnement des réacteurs, du programme « grand carénage » et du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN considère important qu'EDF poursuive ses efforts engagés pour remédier aux difficultés rencontrées et pour améliorer la qualité de ses activités de maintenance.



Inspection de l'ASN à la centrale nucléaire du Blayais – Turbine en maintenance

2.4.5 La prévention des effets des agressions internes et externes

• Les risques liés aux incendies

Les centrales nucléaires, comme les autres installations nucléaires de base, sont soumises à la [décision n° 2014-DC-0417 de l'ASN du 28 janvier 2014](#) relative aux règles applicables aux INB pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

La prise en compte du [risque d'incendie](#) dans les centrales nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur fondé sur les trois niveaux que sont la conception des installations, la prévention et la lutte contre l'incendie.

Des règles de conception doivent empêcher l'extension d'un incendie et en limiter les conséquences ; elles reposent principalement sur la « sectorisation incendie ». Il s'agit d'un découpage de l'installation en secteurs et zones de cantonnement conçus pour circonscrire le feu dans un périmètre donné et délimité par des éléments (portes, murs et clapets coupe-feu) présentant une durée de résistance au feu spécifiée. Elle a notamment pour objectif d'éviter la transmission d'un incendie à deux matériels assurant de manière redondante une fonction fondamentale de sûreté.

La prévention consiste principalement à :

- veiller à ce que la nature et la quantité de matières combustibles dans les locaux restent en deçà des hypothèses retenues pour la sectorisation ;
- identifier et analyser les risques d'incendie pour prendre les mesures permettant de les éviter. En particulier, pour tous les travaux susceptibles de générer un incendie, un « permis de feu » doit être établi et des dispositions de protection mises en œuvre.

Enfin, la détection des départs de feu et la lutte contre un incendie doivent permettre l'attaque d'un feu et sa maîtrise en vue de son extinction dans des délais compatibles avec la durée de résistance au feu des éléments de sectorisation.

L'ASN contrôle la prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires en se fondant notamment sur l'analyse des référentiels de sûreté de l'exploitant, le suivi des événements significatifs qu'il déclare et les inspections réalisées sur les sites.

Les risques importants associés à l'incendie ont fait l'objet de nombreuses demandes de l'ASN depuis 2003, et l'ASN a donc rappelé à EDF en 2016 qu'elle attend, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, une démonstration structurée et robuste fondée sur une approche

de défense en profondeur. L'ASN instruit les méthodes de justification produites par EDF. Celles-ci ont été soumises à l'analyse du GPR en 2019.

• Les risques liés aux explosions

Une explosion peut endommager des éléments essentiels au maintien de la sûreté ou conduire à une rupture du confinement et à la dispersion de matières radioactives dans l'installation, voire dans l'environnement. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre par l'exploitant pour protéger les parties sensibles de l'installation contre l'explosion.

L'ASN contrôle ces mesures de prévention et de surveillance et veille particulièrement à la prise en compte du risque d'explosion dans le référentiel et l'organisation d'EDF. L'ASN s'assure également du respect de la réglementation « atmosphères explosives » (ATEX) pour la protection des travailleurs.

• Les risques liés aux inondations internes

Une inondation interne, c'est-à-dire provenant de l'intérieur de l'installation, peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à l'arrêt sûr du réacteur, le refroidissement du combustible et le confinement des produits radioactifs. Des dispositions sont donc prises pour prévenir les inondations internes (maintenance des tuyauteries véhiculant de l'eau...) ou maîtriser leurs conséquences (présence de siphons de sol et pompes d'exhaure permettant d'évacuer l'eau, mise en place de seuils ou de portes étanches pour éviter la propagation de l'inondation...). Ces dispositions font l'objet de contrôles réguliers par l'ASN.

L'ASN reste vigilante sur les risques d'inondation interne induits par un séisme, ainsi que sur la prise en compte du retour d'expérience et en particulier le traitement des écarts affectant certaines dispositions de protection contre l'inondation interne.

• Les risques liés aux inondations externes

L'inondation partielle de la centrale nucléaire du [Blayais](#) en décembre 1999 a amené les exploitants, sous le contrôle de l'ASN, à réévaluer la sûreté de leurs installations face à ce risque dans des conditions plus sévères qu'auparavant et à effectuer de nombreuses améliorations de la sûreté, selon un échéancier défini au regard des enjeux. Conformément aux prescriptions de l'ASN, EDF a achevé en 2014 les travaux requis sur l'ensemble de ses réacteurs électronucléaires.

En parallèle, pour s'assurer d'une prise en compte plus exhaustive et plus robuste du risque d'inondation, dès la conception des installations, l'ASN a publié en 2013 le [Guide n° 13](#) relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes. Pour les installations existantes, l'ASN a demandé à EDF, en 2014, de prendre en compte les recommandations du guide pour l'ensemble de ses réacteurs :

- pour les réacteurs de 1300 MWe, l'ASN a demandé à EDF de privilégier le troisième réexamen périodique ;
- pour les autres réacteurs en fonctionnement, EDF privilégiera les prochains réexamens périodiques (quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe et deuxième réexamen des réacteurs de 1450 MWe).

À l'issue des évaluations complémentaires de sûreté ([ECS](#)) réalisées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a considéré qu'en matière de protection contre les inondations, les exigences résultant de la réévaluation complète conduite à la suite de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais en 1999 permettaient de conférer aux centrales nucléaires un haut niveau de protection contre le risque d'inondation externe. Toutefois, l'ASN a pris plusieurs [décisions en juin 2012](#) pour demander aux exploitants :

- de renforcer la protection des centrales nucléaires face à certains aléas comme les pluies de forte intensité et les inondations sismo-induites ;

- de définir et de mettre en place un « [noyau dur](#) » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, notamment en cas d'inondation au-delà du référentiel de dimensionnement (voir point 2.9).

• Les risques liés au séisme

Bien que la sismicité soit modérée, voire faible, en France, la prise en compte de ce risque par EDF dans la démonstration de sûreté de ses réacteurs électronucléaires fait l'objet d'une attention soutenue de la part de l'ASN compte tenu des conséquences potentielles sur la sûreté des installations. Des dispositions parasismiques sont prises dès la conception des installations et sont réexaminées périodiquement au regard de l'évolution des connaissances et de la réglementation, à l'occasion des réexamens périodiques.

La [règle fondamentale de sûreté \(RFS\) n° 2001-01 du 31 mai 2001](#) définit la méthodologie relative à la détermination du risque sismique pour les installations nucléaires de base de surface (à l'exception des installations de stockage à long terme de déchets radioactifs).

Cette RFS est complétée par le [Guide de l'ASN 2/01](#) de mai 2006 qui définit les méthodes de calcul acceptables pour l'étude du comportement sismique des bâtiments nucléaires et d'ouvrages particuliers comme les digues, les galeries et les canalisations enterrées, les soutènements ou les réservoirs.

La conception des bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires doit ainsi leur permettre de résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes connus survenus dans la région. Les centrales nucléaires d'EDF sont ainsi dimensionnées à des niveaux de séisme intégrant les spécificités géologiques locales de chacune d'entre elles.

Dans le cadre des réexamens périodiques, la réévaluation sismique consiste à vérifier la pertinence du dimensionnement sismique de l'installation en tenant compte du progrès des connaissances relatives à la sismicité de la région du site ou aux méthodes d'évaluation du comportement sismique des éléments de l'installation. Les enseignements tirés du retour d'expérience à l'international sont également analysés et intégrés dans ce cadre.

L'évolution des connaissances conduit EDF à réévaluer l'aléa sismique dans le cadre des réexamens périodiques.

À la suite de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#), l'ASN a prescrit à EDF de définir et de mettre en œuvre un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes comparables, dans le contexte français, à celle survenue le 11 mars 2011 au Japon. Ce « noyau dur » doit notamment être dimensionné pour résister à un séisme d'une ampleur exceptionnelle dépassant les niveaux retenus lors de la conception ou du réexamen périodique des installations.

Dans le cadre de la définition de ce niveau de séisme exceptionnel, l'ASN a demandé à EDF de compléter la démarche déterministe de définition de l'aléa sismique par une approche probabiliste, afin de se rapprocher des meilleures pratiques connues au niveau international.

• Les risques liés à la canicule et à la sécheresse

Au cours des événements caniculaires de ces dernières décennies, certains cours d'eau nécessaires au refroidissement de centrales nucléaires ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatifs. Par ailleurs, des augmentations notables de température ont été relevées dans certains locaux des centrales nucléaires abritant des équipements sensibles à la chaleur.

[EDF a pris en compte ce retour d'expérience](#) et a engagé des études de réévaluation du fonctionnement de ses installations dans des conditions de température de l'air et de l'eau plus sévères

que celles retenues initialement à la conception. En parallèle du développement de ce référentiel de sûreté relatif aux situations dites de « grands chauds », EDF a engagé le déploiement de modifications prioritaires (telles que l'augmentation de la capacité de certains échangeurs) et mis en place des pratiques d'exploitation qui optimisent la capacité de refroidissement des équipements et améliorent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées.

Dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs, EDF a engagé un programme de modification de ses installations visant à se prémunir des effets d'une situation de canicule. Il est notamment prévu d'améliorer la capacité de certains systèmes de refroidissement de matériels requis pour la démonstration de sûreté nucléaire.

EDF a également engagé un programme de veille climatique afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses de températures retenues dans son référentiel.

L'ASN a demandé à EDF de prendre en compte le retour d'expérience des événements caniculaires de 2015, 2016 et 2019, ainsi que leurs effets sur les installations.

• Autres agressions

La démonstration de sûreté des centrales nucléaires d'EDF prend également en compte d'autres agressions comme les grands vents, la neige, les tornades, la foudre, les températures froides de l'air, les agressions d'origine anthropique (transport de matières dangereuses, installations industrielles, chute d'aéronefs...) et les agressions de la source froide.

2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions

L'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) a conduit EDF à renforcer son organisation pour la maîtrise des risques liés aux agressions extrêmes. En particulier, des réseaux de référents ont été constitués sur l'ensemble des centrales pour piloter la mise en œuvre des actions définies pour faire face à ces risques. Des revues annuelles sont également menées afin d'améliorer cette organisation.

• Les risques liés aux incendies

L'ASN constate que la gestion du risque d'incendie doit être améliorée même si le nombre de départs de feu enregistrés pour l'année 2019 a été inférieur à celui de 2018.

Des constats déjà effectués les années précédentes restent d'actualité sur certains sites inspectés :

- une gestion pas toujours adaptée des anomalies de sectorisation des locaux afin de prévenir la propagation d'un incendie ;
- des écarts liés à la gestion des inhibitions de la détection d'incendie ;
- des écarts de gestion des entreposages de matériels qui représentent des potentiels calorifiques importants, notamment lors des phases d'arrêt de réacteur ;
- des écarts dans la mise en œuvre des permis de feu, et une gestion pas toujours adaptée des mesures compensatoires définies dans les analyses du risque d'incendie ;
- des fragilités dans la maintenance des matériels fixes d'aspersion ;
- des difficultés d'accessibilité des matériels de lutte contre l'incendie ;
- des fragilités dans le domaine de la lutte contre l'incendie.

En 2019, dans la continuité des années précédentes, l'ASN a réalisé des inspections ayant pour thème la maîtrise des risques liés à l'incendie sur l'ensemble des centrales nucléaires et a demandé la mise en œuvre d'actions correctives visant à remédier aux constats réalisés.

Les exigences définies

L'[arrêté du 7 février 2012](#) dispose qu'une exigence définie est une « *exigence assignée à un élément important pour la protection (EIP) des personnes et de l'environnement, afin qu'il remplisse, avec les caractéristiques attendues, la fonction prévue dans la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement ou à une activité importante pour la protection (AIP) des personnes et de l'environnement afin qu'elle réponde à ses objectifs vis-à-vis de cette démonstration* ».

Pour les EIP, ces exigences peuvent notamment porter sur :

- les caractéristiques des matériaux constitutifs ;
- les procédés de fabrication, d'assemblage, de montage et de réparation ;
- les grandeurs physiques et critères caractéristiques de la performance de l'EIP.

Pour les AIP, les exigences peuvent notamment porter sur :

- les compétences nécessaires pour l'accomplissement de l'activité ;
- les habilitations nécessaires, le cas échéant ;
- les contrôles et points d'arrêt ;
- les équipements et matériels requis pour permettre l'exécution de l'activité dans le respect des exigences réglementaires, voire contractuelles, de façon à garantir le respect de la démonstration de sûreté.

L'ASN constate les efforts entrepris par certains sites pour mener les actions correctives nécessaires avec le déploiement d'outils et de plans d'action, mais considère que ces derniers, pour être efficaces, doivent faire l'objet d'un meilleur accompagnement auprès du personnel. Ainsi l'ASN a constaté qu'EDF a mis en œuvre, en 2019, des actions visant à fiabiliser la maîtrise des risques liés à l'incendie dans les locaux identifiés comme étant particulièrement sensibles à cette agression. De plus, à la demande de l'ASN, EDF s'est engagée, en 2019, à porter une attention particulière à la gestion des matières combustibles introduites dans le bâtiment du réacteur, notamment lors des phases d'arrêt de réacteur.

Par ailleurs, les délais de résorption de certains écarts ou de mise en œuvre d'actions correctives issues du retour d'expérience méritent d'être réduits.

Enfin, l'ASN a demandé à EDF d'améliorer son organisation en ce qui concerne la lutte contre l'incendie, notamment en renforçant la capacité de ses moyens d'intervention à faire face à un feu développé.

• Les risques liés aux explosions

Malgré les actions engagées par EDF, la maîtrise des risques liés aux explosions n'est pas encore satisfaisante pour l'ensemble des réacteurs nucléaires. Certaines actions de maintenance et de contrôles demandées par la doctrine interne d'EDF ne sont pas mises en œuvre de manière satisfaisante. De plus, l'ASN constate que la mise à jour de certains documents (notamment les procédures d'essais périodiques ou de contrôles de tuyauteries véhiculant des fluides dangereux), l'intégration du retour d'expérience, le traitement de certains écarts et le déploiement de certaines modifications font parfois l'objet de reports qui ne sont pas toujours justifiés au regard des conséquences potentielles pour la sûreté.

L'ASN constate les efforts entrepris par EDF pour réduire ces écarts, par la mise en place d'un suivi renforcé et le déploiement

de plans d'action. De plus, en 2019, EDF a travaillé à la mise à jour des documents relatifs à la protection contre les explosions (DRPCE), requis par la réglementation relative aux risques liés à la formation d'ATEX. Cette démarche doit se poursuivre et aboutir à la prise en compte des nouvelles exigences issues de ces documents, notamment en ce qui concerne l'adéquation entre le zonage défini dans les DRPCE et les matériels situés dans ces zones. Toutefois, l'ASN considère qu'EDF doit continuer à exercer une attention toute particulière sur ce sujet et s'assurer que la démarche de prévention des risques d'explosion est déclinée avec toute la rigueur nécessaire sur l'ensemble des sites.

• Les risques liés aux inondations internes

Les dispositions de prévention et de maîtrise du risque d'inondation interne font l'objet de contrôles réguliers de l'ASN. Il ressort de ces inspections que les mesures prises pour maîtriser ce type d'agression ne sont pas au niveau attendu pour l'ensemble des sites. L'ASN constate en particulier que sur certains sites, le réseau de référents est encore en cours de mise en place et n'est pas totalement opérationnel. Il est également rare que des exercices de mise en situation d'inondation interne soient réalisés par EDF pour construire un retour d'expérience sur cette agression.

EDF a engagé des visites sur le terrain visant à recenser les tuyauteries pouvant être à l'origine d'une inondation interne dans les bâtiments électriques, qui sont particulièrement sensibles à ce risque, afin d'étudier la nécessité de renforcer leur maintenance. Conformément aux demandes de l'ASN, EDF étendra ces recensements aux autres bâtiments. L'ASN constate de façon positive qu'EDF a engagé une rénovation des circuits de certains systèmes de réfrigération particulièrement sensibles à la corrosion.

Des efforts importants sont attendus sur la majorité des sites pour améliorer la maîtrise du risque d'inondation, en particulier sur :

- la maintenance des équipements nécessaires (tuyauteries, siphons de sol...);
- les analyses de risques lors des opérations de maintenance et en cas de détection d'un dysfonctionnement d'un équipement nécessaire;
- le respect des échéances des actions correctives identifiées lors des revues annuelles;
- la formation des référents et la sensibilisation du personnel EDF et des prestataires.

En 2019, l'ASN a donc formulé à EDF des demandes afin qu'elle complète la démarche mise en œuvre pour mieux maîtriser le risque d'inondation interne, qu'elle s'assure du bon fonctionnement des siphons de sol, qu'elle renforce la maintenance des tuyauteries susceptibles de conduire à une inondation interne et assure une meilleure maîtrise de leur vieillissement.

• Les risques liés au séisme

De façon plus générale, les programmes d'inspection mis en œuvre par EDF la conduisent à déclarer régulièrement des événements significatifs pour la sûreté pour défaut de résistance au séisme de certains matériels. Ces événements résultent d'actions de contrôle ciblées progressivement déployées par EDF. Ces non-conformités peuvent avoir, en cas de séisme, des conséquences importantes, qui sont alors systématiquement analysées. Ainsi, en 2019, EDF a déclaré un événement significatif de niveau 2 sur l'Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES) en raison de la [non-tenue au séisme de tuyauteries des groupes électrogènes de secours à moteur diesel](#) de plusieurs centrales nucléaires (voir encadré).

[Le 11 novembre 2019, un séisme s'est produit](#) au niveau de la commune du Teil. Ce séisme a conduit EDF à mettre en œuvre, sur la centrale nucléaire de [Cruas-Meysse](#), la procédure de conduite prévue en cas de séisme. En effet, les mouvements sismiques détectés sur ce site ont atteint le niveau nécessitant la mise à l'arrêt des réacteurs afin de procéder à des vérifications. Un programme d'inspection a ensuite été défini et réalisé avant le redémarrage des réacteurs.

• Les risques liés aux températures extrêmes

Les inspections portant sur les risques associés aux températures extrêmes mettent en évidence que l'organisation d'EDF doit être améliorée sur une majorité de sites. En particulier, l'ASN constate sur plusieurs sites un manque d'anticipation pour la préparation de la mise de l'installation en configuration estivale ou hivernale.

L'ASN constate de façon récurrente lors de ses inspections qu'EDF n'engage pas systématiquement les actions attendues en cas de dépassement de certains seuils de température. Ces constats ont amené l'ASN à formuler des demandes d'actions correctives. Les analyses de risques associées à la mise en place des parades doivent également être améliorées.

• Les risques liés à la foudre

Les inspections relatives à la foudre mettent en évidence la nécessité de disposer, sur l'ensemble des sites, d'une organisation et d'un pilotage renforcés afin d'améliorer la prise en compte des exigences réglementaires associées à la maîtrise de cette agression.

Les analyses des risques liés à la foudre peuvent reposer sur des informations ne reflétant pas la situation réelle des installations. Cette année encore, l'ASN a constaté un retard notable dans la réalisation des travaux identifiés dans les études techniques. Les échéances de réalisation des vérifications périodiques des systèmes de protection contre la foudre par des organismes de contrôle compétents ne sont globalement pas respectées. Ces éléments ont fait l'objet de demandes d'actions correctives. EDF a défini un programme de travail pour améliorer la situation.

Le contrôle par l'ASN des arrêts de réacteur

L'ASN a fait évoluer ses modalités de contrôles des arrêts de réacteur. Celles-ci reposaient jusqu'à présent principalement sur la mise en œuvre de la [décision n°2014-DC-0444 du 15 juillet 2014](#) relative aux arrêts et redémarrages des réacteurs électronucléaires à eau sous pression qui demande à l'exploitant de transmettre un dossier à l'ASN en amont de l'arrêt puis en support à une demande d'accord au redémarrage.

Dans le cadre de son plan stratégique 2018-2020, l'ASN a expérimenté en 2019, au cours de dix arrêts

de réacteurs, un allègement de ses instructions documentaires et un renforcement de ses contrôles de terrain. Cette démarche l'a conduite à réaliser plus d'inspections en lien avec ces arrêts. Compte tenu du retour positif de cette expérimentation, l'ASN a décidé de généraliser en 2020 cette nouvelle approche de contrôle pour les 46 arrêts programmés pour rechargement de combustible par EDF en 2020. Ces nouvelles modalités de contrôle permettent de diriger les ressources de l'ASN vers les activités présentant le plus d'enjeux et de rendre le contrôle plus efficace.

Le traitement des écarts

Un écart est un non-respect d'une exigence définie ou d'une exigence fixée par le système de management intégré de l'exploitant. Un écart peut ainsi affecter une structure, un système ou un composant de l'installation. Il peut aussi porter sur le respect d'un document d'exploitation ou sur le fonctionnement d'une organisation.

La réglementation impose à l'exploitant d'identifier l'ensemble des écarts affectant ses installations et de procéder à leur traitement. Les activités attachées au traitement des écarts sont des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement. Elles sont donc soumises à des exigences de contrôle et de surveillance dont la mise en œuvre est régulièrement contrôlée par l'ASN.

2.4.7 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences

Le maintien de la conformité des installations à leurs exigences de conception, de réalisation et d'exploitation est un enjeu majeur dans la mesure où cette conformité est essentielle pour s'assurer du respect de la démonstration de sûreté. Les processus mis en œuvre par l'exploitant, notamment lors des arrêts des réacteurs, contribuent au maintien de la conformité des installations aux exigences issues de cette démonstration.

• Les arrêts de réacteur

Les réacteurs électronucléaires doivent être arrêtés périodiquement pour renouveler leur combustible, qui s'épuise pendant le cycle de production d'électricité. Un tiers ou un quart du combustible est ainsi renouvelé à chaque arrêt.

Ces arrêts rendent momentanément accessibles, avec des précautions particulières, toutefois, en matière de radioprotection, certaines parties de l'installation qui ne le sont pas en phase de production. Ils sont donc mis à profit pour vérifier l'état des matériels en réalisant des opérations de contrôle, d'essais et de maintenance, ainsi que pour réaliser des travaux sur l'installation.

Ces arrêts pour renouvellement du combustible peuvent être de plusieurs types :

- arrêt pour simple rechargement (ASR) et arrêt pour visite partielle (VP) : d'une durée de quelques semaines, ces arrêts sont consacrés au renouvellement d'une partie du combustible et à la réalisation d'un programme de vérification et de maintenance, plus important lors d'une VP que lors d'un ASR ;
- arrêt pour visite décennale (VD) : il s'agit d'un arrêt faisant l'objet d'un programme de vérification et de maintenance approfondi. Ce type d'arrêt, qui dure plusieurs mois et intervient tous les dix ans, permet à l'exploitant de procéder à des opérations lourdes telles que la visite complète et l'épreuve hydraulique du circuit primaire, l'épreuve de l'enceinte de confinement ou l'intégration des évolutions de conception résultant des réexamens périodiques.

Ces arrêts sont planifiés et préparés par l'exploitant plusieurs mois à l'avance. L'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour assurer la sûreté de l'installation, la protection de l'environnement et la radioprotection des travailleurs pendant l'arrêt, ainsi que la sûreté du réacteur pour le cycle de production à venir.

Le contrôle réalisé par l'ASN, au regard des dispositions de la [décision n° 2014-DC-0444 de l'ASN du 15 juillet 2014](#) relative aux arrêts et aux redémarrages des REP, porte principalement :

- en phase de préparation de l'arrêt, sur le contenu du programme d'arrêt établi par l'exploitant. L'ASN peut demander, le cas échéant, des compléments à ce programme ;
- pendant l'arrêt, à l'occasion d'inspections et de points d'information réguliers, sur la mise en œuvre du programme et sur le traitement des aléas rencontrés ;
- en fin d'arrêt, à l'occasion de la présentation par l'exploitant du bilan de l'arrêt du réacteur, sur l'état du réacteur et son aptitude à être remis en service. C'est à l'issue de ce contrôle que l'ASN donne ou non son accord au redémarrage du réacteur ;
- après le redémarrage du réacteur, sur les résultats de l'ensemble des essais réalisés au cours de l'arrêt et en phase de redémarrage.

• L'identification et le traitement des écarts

Les contrôles engagés par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation et les vérifications additionnelles demandées par l'ASN au titre, notamment, du retour d'expérience peuvent conduire à la détection d'écarts par rapport aux exigences définies qui doivent alors être traités. Ces écarts peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, maîtrise insuffisante des opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement, défaillances organisationnelles...

Les actions de détection et de correction des écarts, prescrites par l'[arrêté du 7 février 2012](#), jouent un rôle essentiel dans le maintien du niveau de sûreté des installations.

• Les vérifications « au fil de l'eau »

La réalisation des programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive sur les matériels et les systèmes contribue à identifier les écarts. Les visites de routine sur le terrain et les activités de contrôle technique et de vérification des activités considérées importantes pour la protection des personnes et de l'environnement constituent également des moyens efficaces pour détecter des écarts.

• Les vérifications lors des arrêts de réacteur

EDF met à profit les arrêts des réacteurs nucléaires pour réaliser les travaux de maintenance et les contrôles qui ne peuvent pas être accomplis lorsque le réacteur est en production.



Réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin – Quatrième visite décennale – Juillet 2019

Ces opérations permettent notamment de résorber les écarts déjà connus, mais peuvent également conduire à en détecter de nouveaux. Avant chaque redémarrage du réacteur, l'ASN demande à EDF d'identifier les écarts non résorbés, de mettre en œuvre les dispositions compensatoires adaptées et de justifier l'acceptabilité de ces écarts au regard de la protection des personnes et de l'environnement pour le cycle de production à venir.

• **Les vérifications décennales : les examens de conformité**

EDF réalise des [réexamens périodiques](#) de la sûreté des réacteurs nucléaires tous les dix ans, conformément à la réglementation (voir point 2.10.2). EDF réalise alors une revue approfondie de l'état réel des installations par rapport aux exigences de sûreté qui leur sont applicables, notamment à partir du suivi en exploitation qu'il a réalisé jusqu'alors, et répertorie les éventuels écarts. Ces vérifications peuvent être complétées par un programme d'investigations complémentaires dont le but est de contrôler des parties de l'installation qui ne bénéficient pas d'un programme de maintenance préventive.

• **Les vérifications additionnelles en réponse à des demandes de l'ASN**

En complément des actions menées par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation, des vérifications complémentaires sont réalisées à la demande de l'ASN, que ce soit, par exemple, au titre du retour d'expérience d'événements survenus sur d'autres installations, à la suite d'inspections, ou à l'issue de l'examen des dispositions proposées par l'exploitant dans le cadre des réexamens périodiques.

• **Les modalités d'information de l'ASN et du public**

Lorsqu'un écart est détecté, EDF, comme tout exploitant d'INB, est tenu d'en évaluer les impacts sur la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement. S'il y a lieu, EDF transmet alors à l'ASN une déclaration d'événement significatif. Les événements ainsi déclarés font l'objet, à partir du niveau 1 sur l'[échelle INES](#), d'une information du public sur [asn.fr](#).

• **Les exigences de l'ASN en matière de remise en conformité**

Pour les écarts les plus importants, l'ASN a publié le 6 janvier 2015 le [Guide n° 21](#) relatif au traitement des écarts de conformité. Ce guide précise les attentes de l'ASN en matière de résorption des écarts de conformité et présente la démarche attendue de l'exploitant en application du principe de proportionnalité. Celle-ci s'appuie notamment sur une évaluation des conséquences potentielles ou avérées de tout écart identifié et sur la capacité de l'exploitant à garantir la maîtrise du réacteur en cas d'accident par la mise en œuvre de dispositions compensatoires adaptées. Le guide rappelle par ailleurs le principe d'une résorption dès que possible des écarts de conformité, et définit en tout état de cause des délais maximaux.

• **Les événements significatifs**

EDF est tenue de déclarer à l'ASN puis d'analyser les événements significatifs survenant dans ses centrales nucléaires (voir chapitre 3, point 3.3). Chaque événement significatif fait l'objet, lorsque cela est approprié, d'un classement par l'ASN sur l'échelle INES. Ce processus de déclaration et d'analyse des événements significatifs contribue au retour d'expérience et à la démarche d'amélioration continue de la protection des intérêts mentionnés à l'[article L. 593-1 du code de l'environnement](#).

L'ASN examine aux niveaux local et national l'ensemble des événements significatifs déclarés (la synthèse de leur analyse pour l'année 2019 figure au point 2.4.8.) et contrôle le traitement de ces événements par EDF. Les événements significatifs jugés notables du fait de leur gravité, ou de leur caractère récurrent ou générique, font l'objet d'une analyse approfondie par l'ASN.

Événement significatif de niveau 2 portant sur les groupes électrogènes de secours à moteur Diesel des centrales nucléaires de Civaux, Gravelines et Paluel

L'ASN a classé en 2019 au niveau 2 de l'échelle INES un événement significatif pour la sûreté nucléaire relatif à un défaut de résistance au séisme de tuyauteries des groupes électrogènes de secours à moteur Diesel (diesels de secours) des centrales nucléaires de Civaux, Gravelines et Paluel.

Chaque réacteur dispose de deux diesels de secours, qui assurent de façon redondante l'alimentation électrique de certains systèmes de sûreté en cas de défaillance des alimentations électriques externes, notamment à la suite d'un séisme.

L'événement significatif porte sur un risque de dégradation de tuyauteries du fait de leur potentiel contact avec des éléments de génie civil des diesels de secours en cas de séisme. Cette dégradation pouvait conduire à la rupture de ces tuyauteries et au dysfonctionnement des diesels de secours.

EDF a détecté cet écart initialement fin octobre 2018 sur un des deux diesels de secours des réacteurs 2 et 3 de la centrale nucléaire du Tricastin. EDF a déclaré à l'ASN le 6 mai 2019 qu'il concerne également, après caractérisation, les deux diesels de secours des réacteurs des centrales nucléaires de Civaux, Gravelines et Paluel ainsi qu'un des deux diesels de secours des réacteurs des centrales nucléaires de Fessenheim, Cruas, Saint-Laurent-des-Eaux et Nogent-sur-Seine, et du réacteur 3 de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly, des réacteurs 2 et 3 de la centrale nucléaire du Tricastin et du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Blayais.

Les réparations ont été réalisées sur les réacteurs concernés.

Lors d'inspections dans les centrales nucléaires et les services centraux d'EDF, l'ASN contrôle l'organisation de l'exploitant et les actions menées pour tirer les enseignements techniques et organisationnels du retour d'expérience.

2.4.8 L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

L'ASN inspecte la gestion par EDF des écarts affectant les centrales nucléaires. Elle a régulièrement signalé à EDF que les dispositions organisationnelles prises pour traiter les écarts présentaient des fragilités, que la traçabilité des actions mises en œuvre pour le traitement des écarts était insuffisante, et que les délais de caractérisation, de contrôle et de traitement des écarts et d'information de l'ASN n'étaient pas toujours conformes aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012. EDF a donc révisé en 2019 son référentiel interne relatif à la gestion des écarts afin d'améliorer leur traitement et assurer une information de l'ASN réactive et proportionnée aux enjeux pour la sûreté. L'ASN a constaté en 2019 que la propension d'EDF à résorber rapidement un écart s'est confirmée, même si, en la matière, les efforts doivent encore se poursuivre.

Les contrôles menés en 2019 par EDF, certains à la demande de l'ASN, ont mis en évidence plusieurs écarts mettant en cause la capacité de certains systèmes importants pour la sûreté à assurer leurs fonctions, tels que les sources électriques, des systèmes de sauvegarde, certains systèmes de ventilation et des systèmes liés au refroidissement du réacteur.

En 2019, EDF a de nouveau déclaré plusieurs événements significatifs concernant les générateurs de secours à moteur Diesel qui mettent en évidence des défauts présents depuis leur installation ou liés à des problèmes de suivi en exploitation. À cet égard, l'ASN a prescrit à EDF la réalisation de contrôles de conformité complets des diesels de secours par [décision du 19 février 2019](#). De nombreux écarts ont également concerné les stations de pompage, qui apparaissent très dégradées dans certains sites de bord de mer.

La moitié des écarts de conformité génériques à plusieurs réacteurs déclarés par EDF en 2019 ont concerné un [défaut de résistance au séisme de matériels](#). Certains écarts remontent à l'origine de la construction des réacteurs, d'autres ont été générés lors de la mise en œuvre de modifications des installations, y compris récemment. Il est à noter que la fin d'année 2019 a mis en lumière plusieurs écarts liés à la fabrication de composants de matériels importants pour la sûreté. Cela a été plus particulièrement le cas de composants électriques défectueux qui ont conduit à un événement significatif classé au niveau 2 de l'échelle INES sur le réacteur 2 de la centrale nucléaire de [Penly](#).

Par ailleurs, l'ASN a porté en 2019 une vigilance particulière sur la maîtrise de la conformité des installations lors de la quatrième visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire du [Tricastin](#). Le programme de contrôle d'EDF a fait l'objet d'une instruction et d'inspections dédiées.

L'ASN continuera à être particulièrement attentive à la conformité des installations en 2020, et poursuivra à cet égard les inspections sur l'état des matériels et des systèmes.

• L'analyse des statistiques sur les événements significatifs

En application des [règles relatives à la déclaration des événements significatifs](#) (voir chapitre 3, point 3.3), l'ASN a reçu de la part d'EDF, en 2019, 745 déclarations d'événements significatifs au titre de la sûreté (ESS), 171 au titre de la radioprotection (ESR) et 83 au titre de la protection de l'environnement (ESE). Le nombre d'événements significatifs a augmenté d'environ 7,5 % en 2019 par rapport à l'année précédente.

Le graphique 1 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'échelle INES depuis 2009.

Le graphique 2 présente l'évolution depuis 2009 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : ESS, ESR et ESE. Les événements hors échelle INES sont également pris en compte.

Les événements significatifs affectant plusieurs réacteurs nucléaires sont regroupés sous l'appellation d'événements significatifs à caractère générique. 29 événements de ce type ont été déclarés en 2019 dans le domaine de la sûreté nucléaire.

• Les arrêts de réacteur

L'ASN constate que les programmes d'activités prévus lors des [arrêts de réacteur](#) sont respectés dans l'ensemble. 78 % des arrêts de réacteurs ont connu un dépassement de leur durée prévisionnelle, ce qui reste un taux élevé, même s'il a baissé de 10 points par rapport à 2018. La durée réelle des arrêts a été supérieure de 34 % à celle prévue. Ces dépassements montent à 40 % de la durée prévue pour les visites décennales.

L'ASN constate une corrélation entre la prolongation des durées d'arrêts et le nombre d'événements significatifs déclarés par EDF,

en particulier lors des visites décennales. Les retards pendant les arrêts de réacteur est en effet un facteur pouvant désorganiser les équipes sur le terrain. L'ASN considère qu'EDF doit améliorer son organisation pour éviter que ces retards soient préjudiciables pour la sûreté.

2.5 La prévention et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire

2.5.1 Le contrôle des rejets et de la gestion des déchets

• Le contrôle de la gestion des prélèvements et des rejets dans l'environnement

Le code de l'environnement donne compétence à l'ASN pour édicter les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents des INB (voir chapitre 3, point 4.1). Les lois et textes réglementaires relatifs à la protection de l'environnement applicables aux centrales nucléaires de production d'électricité françaises sont composés de textes génériques, principalement le [code de l'environnement](#), l'[arrêté du 7 février 2012](#) et les décisions [n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base et [n° 2017-DC-0588 de l'ASN du 6 avril 2017](#) relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (REP), ainsi que de textes réglementaires spécifiques à chacune des centrales nucléaires :

- les décisions fixant les modalités de prélèvement et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux (chimiques et radioactifs) ;
- les décisions fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux (chimiques et radioactifs). Ces décisions sont homologuées par le ministre chargé de la sûreté nucléaire ;
- les arrêtés préfectoraux d'autorisation de prélèvement d'eau et de rejets d'effluents liquides et gazeux : antérieurs à novembre 2006, ils contiennent des prescriptions relatives aux modalités et aux limites de rejets spécifiques à un site nucléaire. Afin de décliner la nouvelle architecture réglementaire à l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, la révision des arrêtés conduit à leur abrogation et à la prise de décisions de l'ASN.

Pour chaque site, l'ASN fixe les valeurs limites d'émission, de prélèvement d'eau et de rejet d'effluents sur la base des meilleures techniques disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, en prenant en considération les caractéristiques de l'installation, son implantation et les conditions locales de l'environnement.

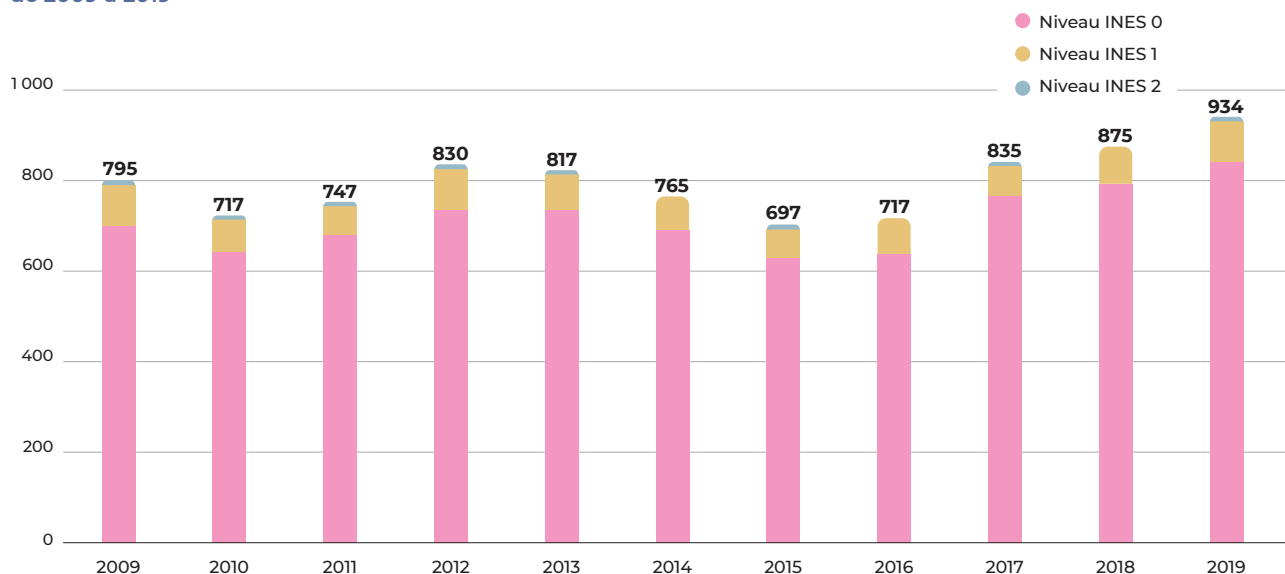
L'ASN fixe également les règles relatives à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des REP. Ces prescriptions sont notamment applicables à la gestion et à la surveillance des prélèvements d'eau et des rejets d'effluents, à la surveillance de l'environnement et à l'information du public et des autorités (voir chapitre 3, point 4.1).

Pour fixer ces prescriptions, l'ASN se fonde sur le retour d'expérience de l'ensemble des réacteurs, tout en prenant en compte les évolutions de l'exploitation (changement du conditionnement des circuits, traitement antitartre, traitement biocide...) et de la réglementation générale.

Enfin, les exploitants de centrales nucléaires transmettent chaque année à l'ASN un rapport annuel dédié à l'environnement qui contient notamment un bilan des prélèvements et des rejets dans l'environnement, de leurs impacts éventuels, des événements marquants survenus et des perspectives.

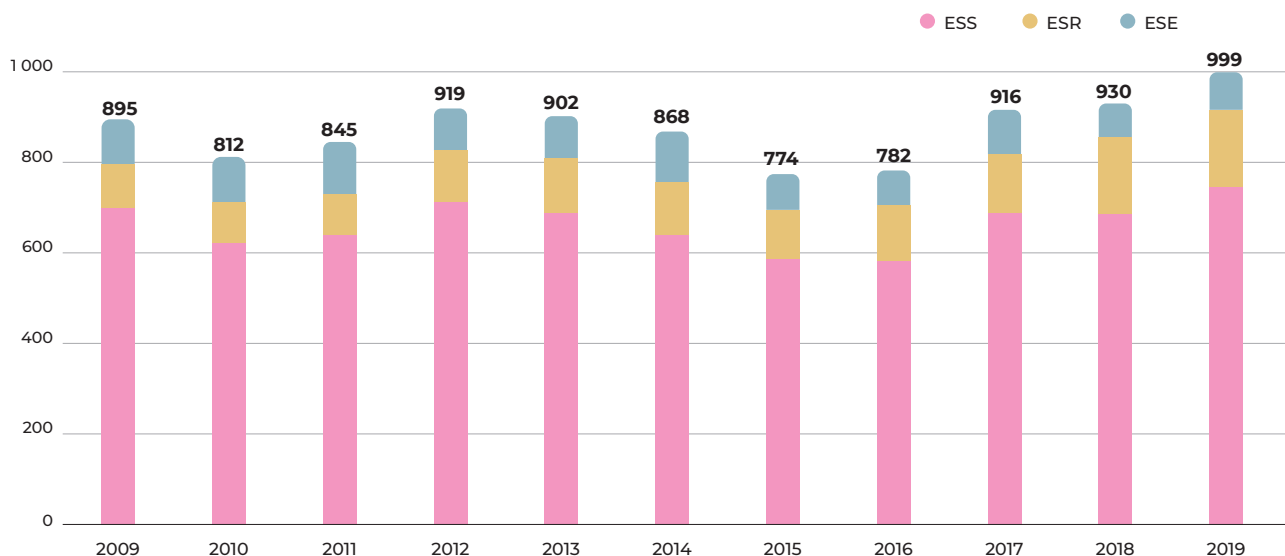
GRAPHIQUE 1

Évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2009 à 2019



GRAPHIQUE 2

Évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2009 à 2019



• L'impact des rejets thermiques des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents chauds dans les cours d'eau ou dans la mer, soit de manière directe pour les centrales nucléaires fonctionnant en circuit dit « ouvert », soit après refroidissement de ces effluents par passage dans des aérorefrigérants permettant une évacuation partielle des calories dans l'atmosphère. Les rejets thermiques des centrales nucléaires conduisent à une élévation de la température entre l'amont et l'aval du rejet qui peut aller, suivant les réacteurs, de quelques dixièmes de degrés à plusieurs degrés. Ces rejets thermiques sont réglementés par des décisions de l'ASN.

Depuis 2006, des dispositions sont intégrées à ces décisions pour définir à l'avance les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires dans des conditions climatiques exceptionnelles conduisant à un échauffement significatif des cours d'eau.

Ces dispositions particulières ne sont néanmoins applicables que si la sécurité du réseau électrique est en jeu.

• Le contrôle de la gestion des déchets

La gestion des déchets conventionnels et radioactifs produits par les centrales nucléaires s'inscrit dans le cadre général de la gestion des déchets des INB. Le cadre juridique relatif à la gestion des déchets applicable aux centrales nucléaires est composé de textes législatifs et réglementaires de portée générale, notamment le [code de l'environnement](#), l'[arrêté du 7 février 2012](#) et la [décision de l'ASN n° 2015-DC-0508 du 21 avril 2015](#) relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB.

Conformément au code de l'environnement, EDF procède à un tri à la source des déchets en distinguant notamment les déchets issus de zones nucléaires des autres déchets. Pour l'ensemble des déchets, l'ASN examine l'étude produite par l'exploitant portant



Entreposage de déchets à la centrale nucléaire du Blayais

sur la gestion des déchets. Ce document est spécifique à chaque installation, tel que requis par la réglementation (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fi](#)). Ce document présente notamment un descriptif des opérations à l'origine de la production des déchets, les caractéristiques des déchets produits ou à produire, une estimation des flux de production et un plan de zonage des déchets.

Par ailleurs, chaque site envoie annuellement à l'ASN le bilan de sa production de déchets et des filières d'élimination associées, une comparaison avec les résultats des années précédentes, un bilan de l'organisation du site et des différences constatées par rapport aux modalités de gestion prévues dans l'étude sur la gestion des déchets et la liste des faits marquants survenus et des perspectives.

2.5.2 La prévention des impacts sanitaires et des pollutions des sols

• Prévention des pollutions induites par les déversements accidentels de substances dangereuses

L'exploitation d'une centrale nucléaire induit, tout comme sur de nombreux sites industriels, la manipulation et l'entreposage de substances chimiques dites « dangereuses ». La gestion de ces substances et la prévention des pollutions, qui relèvent de la responsabilité de l'exploitant, est encadrée par la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) et l'[arrêté du 7 février 2012](#) et doit répondre par ailleurs aux exigences des textes européens. L'exploitant a des obligations en matière de gestion opérationnelle de ces substances et d'identification des dangers potentiels associés. Il doit également pouvoir prendre les mesures nécessaires en cas de situations incidentelles ou accidentelles qui donneraient lieu à une pollution.

Ainsi, l'exploitant doit, par exemple, identifier précisément la localisation de chaque substance dangereuse sur son site, ainsi que les quantités associées. Les fûts et réservoirs sont tenus d'être étiquetés en conformité avec le règlement européen CLP (*Classification, Labelling, Packaging*) et de disposer de rétentions conçues pour pouvoir recueillir les éventuels déversements. Par ailleurs, les centrales nucléaires doivent mettre en œuvre une organisation et des moyens pour prévenir la pollution du milieu naturel (nappe, fleuve, sol).

Depuis quelques années et à la demande de l'ASN, EDF mène des actions pour améliorer sa maîtrise du risque de pollution en travaillant à améliorer le confinement des substances liquides dangereuses sur ses sites.

L'ASN suit avec attention, par ses contrôles sur le terrain, les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par EDF pour gérer les substances dangereuses présentes dans ses installations et pour faire face à une éventuelle pollution.

• Prévention des impacts sanitaires induits par le développement des légionelles et des amibes dans certains circuits de refroidissement des circuits secondaires des centrales nucléaires

Certains circuits de refroidissement des centrales nucléaires constituent des milieux favorables au développement des légionelles et des amibes (voir point 1.4).

La [décision n° 2016-DC-0578 de l'ASN du 6 décembre 2016](#) relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes (légionelles et amibes) par les installations de refroidissement du circuit secondaire des REP fixe les exigences relatives :

- à la conception, l'entretien et la surveillance de l'installation ;
- aux concentrations maximales en légionelles dans l'eau de l'installation et en aval de celle-ci pour les amibes ;
- aux actions à mener en cas de prolifération de micro-organismes dans les circuits, ou d'infection, identifiées à proximité de l'installation ;
- à l'information du public et des administrations en cas de prolifération de micro-organismes.

L'ASN suit avec attention, au travers de ses instructions et de ses contrôles sur le terrain, les dispositions préventives ou curatives mises en œuvre par EDF pour réduire le risque de prolifération de ces micro-organismes et les résultats associés à ces actions, y compris les rejets chimiques induits par les traitements biocides.

Chaque site pouvant avoir un nombre de réacteurs différents, pour permettre la comparaison d'un site à l'autre, les résultats sont ramenés par « paire de réacteurs ». Cela revient par exemple à :

- conserver les résultats en l'état pour le site de Golfech, qui a deux réacteurs ;
- diviser par deux ceux de Chinon, qui a quatre réacteurs (Chinon/2) ;
- diviser par trois ceux de Gravelines, qui a six réacteurs (Gravelines/3).

Par ailleurs, les données de rejets de chaque site, transmises par EDF à l'ASN, ne sont pas représentatives du temps de fonctionnement des installations ou des activités réalisées sur les sites.

2.5.3 L'évaluation de la maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement

• Évaluation de la prévention des nuisances, de la maîtrise des rejets dans l'environnement et de la gestion des déchets

L'ASN a mené, en 2019, des inspections relatives à la [maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement](#), portant principalement sur la prévention des pollutions et des nuisances, la maîtrise des rejets dans l'environnement et la gestion des déchets. Les centrales nucléaires de [Paluel](#), [Penly](#) et [Flamanville](#) – y compris le réacteur EPR – ont fait l'objet d'une inspection renforcée sur ces thèmes.

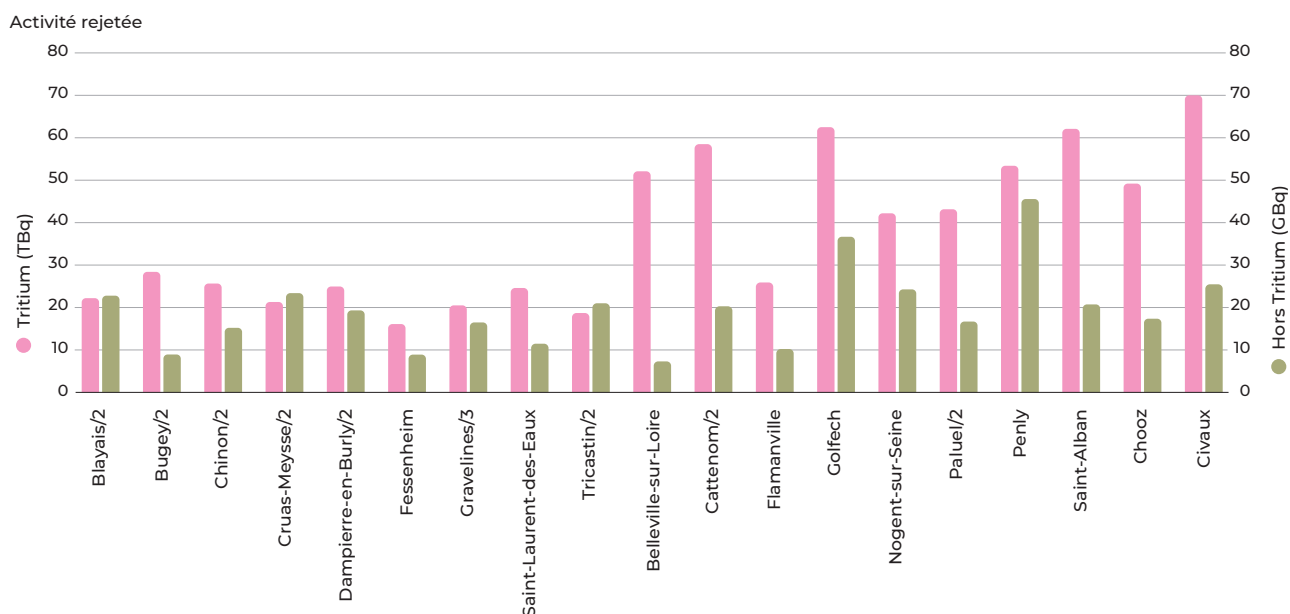
L'organisation d'EDF en matière de maîtrise des nuisances et de l'impact des centrales nucléaires sur l'environnement doit être améliorée sur la plupart des sites et l'ASN considère que l'exploitant doit encore accroître sa vigilance sur cette thématique.

Si l'ASN constate des avancées pour la réalisation des analyses méthodiques des risques microbiologiques et une meilleure appropriation par les sites des exigences de la décision encadrant ces risques, l'ASN estime que des actions correctives doivent être menées sur la gestion des déchets et la prévention des pollutions.

Les événements conduisant à des déversements de substances dangereuses ont été à nouveau trop nombreux en 2019. Si ces situations n'ont pas conduit à des impacts notables sur l'environnement, elles soulignent la nécessité pour l'exploitant de poursuivre le renforcement de ses efforts dans ce domaine.

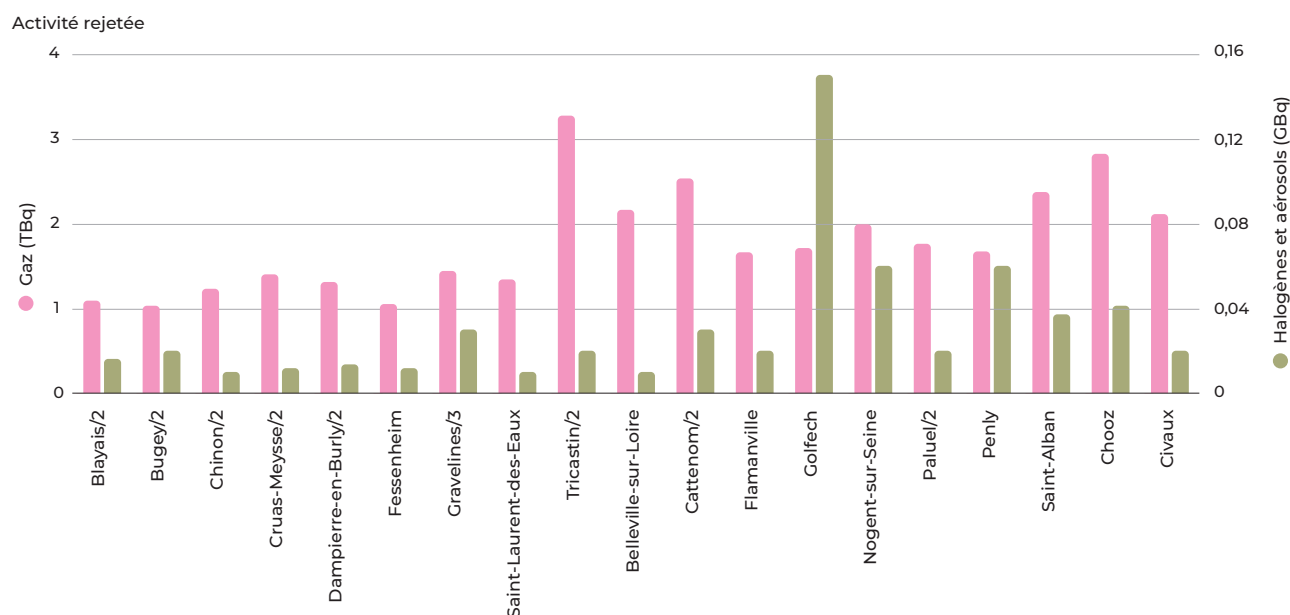
GRAPHIQUE 3

Rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2019 (par paire de réacteurs)



GRAPHIQUE 4

Rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2019 (par paire de réacteurs)



Chaque site pouvant avoir un nombre de réacteurs différents, pour permettre la comparaison d'un site à l'autre, les résultats sont ramenés par «paire de réacteurs». Cela revient par exemple à : •conserver les résultats en l'état pour le site de Golfech, qui a deux réacteurs; •diviser par deux ceux de Chinon(2); •diviser par trois ceux de Gravelines, qui a six réacteurs (Gravelines/3). Par ailleurs, les données de rejets de chaque site, transmises par EDF à l'ASN, ne sont pas représentatives du temps de fonctionnement des installations ou des activités.

À la suite d'une inspection menée en 2018, l'ASN a encadré, par la [décision n° 2019-DC-0666 du 18 avril 2019](#), la mise en œuvre de nouveaux ouvrages de confinement sur le site de Civaux. Lors d'inspections menées en 2019, des exercices de déversement ont à nouveau montré des lacunes dans le confinement des substances dangereuses liquides. En plus des actions curatives demandées sur les sites concernés, l'ASN a demandé à EDF de dresser un état des lieux de la situation pour l'ensemble de ses centrales nucléaires. Par ailleurs, l'ASN a demandé à EDF des améliorations du contrôle et de l'entretien des tuyauteries véhiculant des substances dangereuses.

Sur certains sites, l'ASN a constaté d'importantes lacunes dans les activités de tri, de conditionnement, d'entreposage et de traçabilité des évacuations de déchets que l'exploitant doit corriger à brève échéance.

L'ASN a constaté en 2019, dans la continuité des années précédentes, que la gestion des rejets reste bien maîtrisée par la plupart des sites. Cependant, certains événements traduisent des fragilités ponctuelles.

2.6 La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des centrales nucléaires est déterminante au cours de toutes les étapes du cycle de vie des installations (conception, construction, mise en service, fonctionnement, démantèlement). L'ASN s'intéresse donc aux conditions qui favorisent ou pénalisent la contribution des intervenants et des collectifs de travail à la sûreté des centrales nucléaires. Elle définit les facteurs organisationnels et humains (FOH) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui vont avoir une influence sur l'activité de travail des opérateurs.

2.6.1 Le contrôle du fonctionnement des organisations

• Le système de gestion intégrée

L'arrêté du 7 février 2012 prévoit que l'exploitant dispose notamment des compétences techniques pour assurer la maîtrise des activités d'exploitation. Parmi celles-ci, le traitement des événements significatifs requiert la réalisation d'une analyse approfondie des causes organisationnelles et humaines, en sus des causes techniques.

Par ailleurs, l'arrêté précité prescrit à l'exploitant de définir et de mettre en œuvre un système de gestion intégrée (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la protection des intérêts sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Ce SGI doit préciser les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle de l'ASN sur le fonctionnement des organisations mises en place par EDF vise les modalités de mise en œuvre du SGI. En particulier, l'ASN s'assure que la démarche de conception ou de modification mise en œuvre par les centres d'ingénierie au moment de la conception d'une nouvelle installation ou de la modification d'une installation existante prend en compte le besoin des utilisateurs et ne remet pas en cause le respect des exigences définies.

Plus largement, l'ASN contrôle l'organisation mise en œuvre par EDF pour gérer les ressources nécessaires à la réalisation de ces activités.

• La maîtrise des activités sous-traitées

Les activités de maintenance et de modification des réacteurs français sont en grande partie sous-traitées par EDF à des entreprises extérieures. EDF motive le recours à la sous-traitance par le besoin de faire appel à des compétences pointues ou rares et par la forte saisonnalité des arrêts de réacteur et donc le besoin d'absorber les pics de charge.

Le choix d'EDF de recourir à la sous-traitance ne doit pas remettre en cause les compétences techniques qu'elle doit conserver pour exercer sa responsabilité d'exploitant en matière de protection des personnes et de l'environnement et être en mesure de surveiller effectivement la qualité des travaux effectués par les sous-traitants. Une sous-traitance mal maîtrisée est en effet susceptible de conduire à une mauvaise qualité du travail réalisé et d'avoir un impact négatif sur la sûreté de l'installation et la radioprotection des intervenants.

EDF met en place les dispositions nécessaires pour maîtriser les risques associés aux activités sous-traitées et les actualise régulièrement. EDF a ainsi renforcé la préparation des arrêts, afin notamment de sécuriser la disponibilité des ressources humaines et matérielles.

L'ASN contrôle les conditions de préparation (calendrier, ressources requises...) et d'exercice des activités sous-traitées (relations avec l'exploitant, surveillance par l'exploitant...). Elle vérifie aussi que les intervenants disposent des moyens nécessaires (outils, documents opératoires...) à l'accomplissement de leur activité, notamment lorsque ces moyens sont mis à disposition par EDF.

2.6.2 L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

• Les environnements de travail

L'ASN considère qu'EDF doit porter une attention accrue à la qualité des environnements de travail. L'exploitant doit en effet garantir pour chaque intervenant des conditions de travail qui ne dégradent pas la qualité de son intervention, plus particulièrement en termes d'accessibilité des locaux et d'identification

Inspections renforcées en environnement

Les campagnes d'inspections « renforcées » menées par l'ASN constituent un format d'inspection particulier qui offre un champ de contrôle élargi. Elles permettent une évaluation globale sur une thématique à l'échelle d'un site et d'une zone géographique. Depuis 2015, l'ASN pratique ce type d'inspection une fois par an sur la thématique de la protection de l'environnement. Après les sites de la vallée du Rhône et les centrales nucléaires du Blayais, de Golfech et de Civaux, les sites de la région Normandie (Paluel, Penly et Flamanville) ont fait l'objet d'inspections renforcées en mai et juin 2019.

Une équipe d'inspecteurs de l'ASN, accompagnés d'experts de l'IRSN, ont successivement examiné, selon un programme de contrôle similaire d'une journée et demie, l'organisation pour la protection de l'environnement de chacune de ces centrales nucléaires.

La taille conséquente de l'équipe mobilisée (jusqu'à seize inspecteurs de l'ASN et trois experts de l'IRSN par site) a permis le contrôle de la maîtrise

des rejets dans l'environnement, la maîtrise des risques non radiologiques, ainsi que les dispositions pour la prévention des pollutions.

Sur chacun des sites, la durée de l'inspection a facilité la tenue d'exercices d'ampleur importante et de mises en situation. Ainsi, chacun des sites a testé, à la demande de l'ASN, son organisation pour la prévention des pollutions dans le cadre d'un exercice simulant un déversement de substances dangereuses atteignant le réseau de collecte des eaux pluviales.

Les inspecteurs ont constaté la prise en compte par les équipes d'EDF de certains points relevés les années précédentes par l'ASN et une volonté d'amélioration dans l'appropriation par les agents des enjeux environnementaux. Cependant, les lacunes documentaires et organisationnelles sur la maîtrise de la prévention des pollutions observées ont conduit l'ASN à demander à EDF un plan d'action national sur le sujet.

des cheminements, de logistique qui ne doit pas entraver le déroulement de l'activité, de mise à disposition des outils et des pièces de rechange et de documentation opérationnelle à jour qui doit donner des indications de manière fiable et sécurisée.

• La maîtrise de la documentation opérationnelle

En 2018, l'ASN avait fait le constat que, pour l'ensemble de ses centrales nucléaires, EDF devait améliorer significativement sa maîtrise de la documentation opérationnelle. À ce titre, l'ASN a renforcé en 2019 son contrôle de la gestion de cette documentation. De nombreuses analyses d'événements significatifs déclarés en 2019 mettent toujours en évidence des problèmes liés à la documentation opérationnelle. De plus, l'ASN relève régulièrement que la documentation pourrait être améliorée (ergonomie inadaptée, documents d'intervention incomplets, trop génériques ou non mis à jour, gammes ne tenant pas compte des états du réacteur ou des spécificités du site...), et que leur utilisation par les intervenants n'est pas toujours rigoureuse (manquements dans la complétude des dossiers de suivi d'intervention, l'appropriation des dossiers et le renseignement des gammes). Ces fragilités se retrouvent dans différents domaines de l'exploitation, notamment la conduite en cas d'incident ou d'accident dont la documentation appelle à des améliorations significatives.

• La gestion des compétences, de la formation et des habilitations

L'organisation mise en place sur les sites pour gérer les compétences, les habilitations et la formation reste globalement satisfaisante en 2019. La déclinaison des référentiels nationaux au niveau des sites, ainsi que la mise en place de dispositions comme les comités de formations à plusieurs niveaux de l'organisation (équipe, service et direction) semblent donner de bons résultats. Mais l'ASN relève toujours régulièrement des compétences techniques insuffisantes pour certains intervenants et chargés de surveillance (défaut de connaissances sur un matériel, connaissances non à jour pour des équipements ayant fait l'objet de modifications, chargés de surveillance ne disposant pas d'une maîtrise technique suffisante des thématiques surveillées...). Ces lacunes sont particulièrement saillantes dans les sites subissant un fort taux de renouvellement de leur effectif.

• La surveillance des activités sous-traitées

L'ASN considère que la qualité de la surveillance reste globalement stable en 2019 sur l'ensemble des sites comparativement à 2018. Les progrès observés en 2018 au niveau de la préparation des programmes de surveillance sont confirmés en 2019. Ils sont dus en partie à l'efficacité, à la bonne appropriation du nouvel outil d'aide à l'établissement des programmes de surveillance et à la réalisation des actions de surveillance. Mais les modalités d'exercice de la surveillance des activités sous-traitées laissent toujours apparaître des difficultés sur certains sites (lacunes dans la surveillance des gestes techniques, difficultés à transmettre les exigences définies à certains prestataires ou à les sensibiliser plus globalement sur les enjeux liés aux activités sensibles, maîtrise fragile de la qualité des activités effectuées par des sous-traitants).

• Le processus de retour d'expérience

Toutes les centrales nucléaires ont mis en place depuis plusieurs années une organisation formelle et des outils dédiés pour piloter et animer le [retour d'expérience](#) interne et externe. Celui-ci doit toutefois encore être amélioré sur une majorité de sites. Des lacunes en matière de détection et de caractérisation des difficultés et écarts remontant du terrain sont toujours présentes. Comme en 2018, l'incitation des prestataires à faire remonter les constats positifs ou négatifs *via* les débriefings et les outils dédiés ne porte ses fruits que sur une minorité de sites. L'ASN déplore à ce titre le passage à un nouvel outil de saisie des constats réalisés sur le terrain dont l'accès est à ce jour interdit aux prestataires. L'ASN a également noté des fragilités sur la plupart des sites

Inspections renforcées en radioprotection

Depuis 2011, l'ASN mène des inspections renforcées sur le sujet de la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants. Les centrales nucléaires de Chinon, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent-des-Eaux et Belleville-sur-Loire, situées dans la vallée de la Loire, ont ainsi fait l'objet d'une campagne d'inspections renforcées en septembre et octobre 2019.

Des mises en situation ont permis de contrôler l'organisation relative à la prise en charge des intervenants contaminés et au traitement des alarmes relatives à la détection de contamination atmosphérique au sein du bâtiment réacteur. Par ailleurs, un contrôle inopiné de nuit des dispositions mises en œuvre pour assurer la radioprotection des travailleurs au cours d'un arrêt de réacteur a été effectué.

Les inspecteurs ont constaté la mise en œuvre de bonnes pratiques au sein des différents sites inspectés. Cependant, ils ont noté certains écarts illustrant un manque de culture de la radioprotection sur les sites. L'ASN attend d'EDF une action coordonnée pour que les enjeux de la radioprotection des personnels soient partagés par tous.

concernant la détection, la remontée et le traitement des signaux faibles, ainsi qu'une insuffisance de la prise en compte du retour d'expérience positif.

Des fragilités persistent également dans l'exploitation du retour d'expérience des autres centrales nucléaires d'EDF (notamment des événements significatifs), voire des autres réacteurs d'un même site. Beaucoup d'événements significatifs mettent en effet en évidence des défauts de prise en compte du retour d'expérience externe.

Les analyses menées par les sites à la suite d'événements significatifs sont généralement pertinentes et l'identification des causes organisationnelles est en progrès. Cependant l'analyse des causes profondes aboutit encore trop souvent à des actions correctives peu ambitieuses qui ne remettent pas suffisamment en cause l'organisation et qui restent limitées à des actions de sensibilisation ponctuelles des agents, services ou entreprises identifiés comme responsables de l'écart. Enfin, trop de sites montrent encore de réelles limites dans l'évaluation de l'efficacité des actions correctives.

• L'approche organisationnelle globale

Au-delà des éléments rapportés ci-dessus, l'ASN relève en 2019 quelques situations préoccupantes (surveillance en salle de commande, gestion des consignes de conduite en cas d'incident ou d'accident, radioprotection...) dans lesquelles les collectifs de travail en arrivent à perdre la conscience que leurs actions contribuent à la sûreté, avec parfois une normalisation de certaines déviations. Dans ce contexte, il apparaît nécessaire d'aborder de manière plus systématique le volet organisationnel. L'ASN s'attachera à travailler dans ce sens en 2020, notamment par le biais de méthodes d'entretiens dits « d'explicitation », au cours desquels les inspecteurs invitent les personnels à échanger sur leur vécu et leurs conditions de travail au quotidien.



Inspection de l'ASN à la centrale nucléaire de Chooz – Entrée en zone contrôlée

2.7 La radioprotection des personnels

2.7.1 Le contrôle de la radioprotection des personnels

L'exposition aux [rayonnements ionisants](#) dans un réacteur électronucléaire provient majoritairement de l'activation des produits de corrosion du circuit primaire et des produits de fission du combustible. Tous les types de rayonnements sont présents (neutrons, α , β et γ), avec un risque d'exposition externe et interne. Dans la pratique, plus de 90 % des doses reçues proviennent des expositions externes aux rayonnements β et γ . Les expositions sont principalement liées aux opérations de maintenance lors des arrêts de réacteur.

L'ASN contrôle le respect de la réglementation relative à la [protection des travailleurs](#) susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants dans les centrales nucléaires. À ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, tant le personnel d'EDF que celui des prestataires.

Ce contrôle est réalisé lors d'inspections (spécifiquement sur le thème de la radioprotection, une à deux fois par an et par site, lors des arrêts des réacteurs, à la suite d'incidents ou plus ponctuellement dans les services centraux et centres d'ingénierie d'EDF) et à l'occasion de l'instruction de dossiers relatifs à la radioprotection des travailleurs (événements significatifs, dossiers de conception, de maintenance ou de modification, documents d'application de la réglementation élaborés par EDF...), avec, le cas échéant, l'appui de l'IRSN.

Des réunions périodiques ont lieu avec EDF dans le cadre du dialogue technique avec l'exploitant. Elles permettent à l'ASN de contrôler l'avancement des projets techniques ou organisationnels mis en œuvre pour améliorer la radioprotection.

• Les événements de contamination significative

La déclaration d'événements de contamination significative des travailleurs dans les centrales nucléaires exploitées par EDF est en hausse par rapport à l'année 2018 : sept événements ont été déclarés en 2019, contre deux événements au cours de l'année 2018. Ces événements, qui ont entraîné une exposition supérieure au quart de la limite réglementaire annuelle par centimètre carré de peau, ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES. La procédure prévue par EDF, consistant à retirer les particules contaminantes à l'aide d'une lingette lors de leur détection au vestiaire chaud a été mise en œuvre dans la plupart des cas susmentionnés et a permis de diminuer le temps d'exposition des travailleurs. De manière générale, l'ASN note des progrès dans la prise en charge des intervenants contaminés, qui avait fait l'objet de demandes d'actions correctives en 2016, 2017 et 2018.

Des écarts subsistent néanmoins, en particulier concernant la prise en charge des travailleurs dans les locaux à risque de contamination autres que les îlots nucléaires.

2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des personnels

La dosimétrie collective sur l'ensemble des réacteurs a augmenté en 2019 par rapport à l'année 2018 (graphique 1), tandis que la dose moyenne reçue par les travailleurs pour une heure de travail en zone contrôlée est restée globalement stable (graphique 2). Les doses reçues par les travailleurs sont réparties selon une distribution illustrée ci-après par les graphiques 3 et 4.

Le graphique 3 présente la répartition des intervenants en fonction de la dosimétrie externe pour le corps entier. On constate que la dosimétrie de 76 % des travailleurs exposés est inférieure à 1 mSv (millisievert) pour l'année 2019, ce qui correspond à la limite réglementaire annuelle pour le public. Aucun dépassement de la limite réglementaire annuelle relative à la dosimétrie externe pour le corps entier (20 mSv) n'a été relevé en 2019.

Le graphique 1 présente l'évolution au cours des dix dernières années de la dose collective reçue par les travailleurs dans les centrales nucléaires. Ce graphique montre une augmentation de la dose collective reçue en 2019 par rapport à 2018 et 2017. La dose collective moyenne reçue en 2019 est à un niveau comparable à celui enregistré entre les années 2013 et 2016.

Le graphique 4 présente l'évolution de la dosimétrie individuelle moyenne pour le corps entier en fonction des catégories de métiers de travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires. Les catégories de travailleurs les plus exposés en 2019 sont les personnels en charge du calorifugeage, du soudage, du contrôle et de la mécanique. Les doses enregistrées par les travailleurs les plus exposés sont en augmentation par rapport à l'année 2018.

L'ASN a relevé au cours de ses inspections que la prise en compte de la radioprotection des travailleurs au sein des centrales nucléaires a régressé en 2019, notamment en ce qui concerne l'[application des règles de radioprotection](#) et la prise en compte de la protection des intervenants dans la planification des activités. Des défaillances sont relevées en particulier dans la mise en œuvre des processus d'accès et de délimitation des zones d'opération et des zones contrôlées rouge, dans lesquelles le débit d'équivalent de dose est susceptible d'être supérieur à 100 mSv/h (millisievert par heure), traduisant notamment une perception inadéquate des risques radiologiques. Dans le cadre des inspections menées lors des arrêts de réacteur pour maintenance, les inspecteurs de l'ASN formulent de manière récurrente des demandes relatives à la mise à disposition de matériels de radioprotection, ainsi qu'aux analyses de risques et d'optimisation des doses. Ils soulignent néanmoins des progrès dans la mise en œuvre des moyens de confinement des chantiers.

La dégradation de la prise en compte de la radioprotection est particulièrement marquée au sein de certaines centrales nucléaires. Pour celles-ci, l'ASN a renforcé son contrôle. Elle constate que les dispositions mises en œuvre par EDF ne portent pas pleinement leurs fruits, notamment en ce qui concerne la résorption des écarts de nature organisationnelle. L'ASN maintiendra sa vigilance sur ces problématiques au cours de l'année 2020.

2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

2.8.1 Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les [missions d'inspection du travail](#) dans les 19 centrales nucléaires, les huit réacteurs en démantèlement et l'EPR

en construction à Flamanville. L'effectif travaillant dans une centrale nucléaire varie de 800 à 2000 personnes. Le nombre total de salariés affectés sur l'ensemble des sites nucléaires est d'environ 24 000 pour les salariés d'EDF, et 23 000 pour les salariés des entreprises sous-traitantes participant notamment à la maintenance lors des arrêts de réacteur.

L'inspection du travail a pour mission de veiller à l'application de l'ensemble du code du travail par les employeurs, qu'il s'agisse d'EDF ou des entreprises prestataires.

L'inspection du travail participe à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN et mène ses actions de contrôle en lien avec les autres activités de contrôle de la sûreté des installations et de la radioprotection.

En 2019, l'ASN disposait pour les missions d'inspection du travail de :

- 14 inspecteurs du travail, dont 1 en cours de formation, affectés dans ses divisions territoriales ;
- une directrice du travail et un directeur adjoint du travail au niveau central, chargés d'animer, de coordonner et d'appuyer le réseau des inspecteurs du travail et d'assurer l'interface avec le ministère en charge du travail.

• Contrôle de la réglementation en matière de santé et de sécurité au travail

En matière de santé et de sécurité au travail, les contrôles de l'inspection du travail de l'ASN en 2019 ont notamment porté sur :

- l'utilisation des installations électriques. Les inspecteurs continuent de suivre les actions engagées par EDF en matière de mise en conformité par rapport aux dispositions du code du travail ;
- les chantiers présentant des risques liés à la présence d'amiante. Les inspecteurs du travail sont particulièrement vigilants à la prévention du risque d'inhalation de ces fibres lors de leurs inspections ;
- la conformité des équipements de travail et plus spécialement les appareils de levage. Les inspecteurs du travail constatent encore des lacunes ;
- les risques d'incendie et d'explosion, pour lesquels les inspecteurs de l'ASN ont mis en évidence des non-conformités. L'ASN assure un contrôle coordonné permettant de prendre en compte l'ensemble de ces risques, qui sont importants à la fois pour la sécurité des travailleurs et pour la sûreté nucléaire (voir point 2.4.6).

Par ailleurs, une enquête est menée de façon systématique en cas d'accident grave ou de presque accident grave. Un accident mortel, dû à des problèmes d'organisation de chantier et de manutention a été à déplorer en 2019.

• Sous-traitance et prestations de service internationales

Des actions ont été menées en 2019 en matière de contrôle des déclarations et des conditions de détachement des salariés d'entreprises étrangères, notamment sur le chantier du réacteur [EPR de Flamanville](#).

• Procédures pénales et administratives engagées

En matière de travail illégal, l'ASN suit de près les procédures pénales engagées les années précédentes, notamment par des contacts réguliers avec les procureurs de la République.

En matière de santé et de sécurité, l'action de l'inspection du travail de l'ASN a conduit, en 2019, à l'ouverture de deux procédures pénales à l'encontre d'EDF ou d'entreprises prestataires en matière d'absence d'organisation et de coordination de chantier et d'absence d'équipements de protection individuelle adaptés.

Des procédures de sanctions administratives pour infractions à la durée du travail ont été initiées par les inspecteurs du travail et suivies par les directions régionales des entreprises, de la concurrence, du travail et de l'emploi (Drecccte) qui ont le pouvoir de prononcer les sanctions en ce domaine.

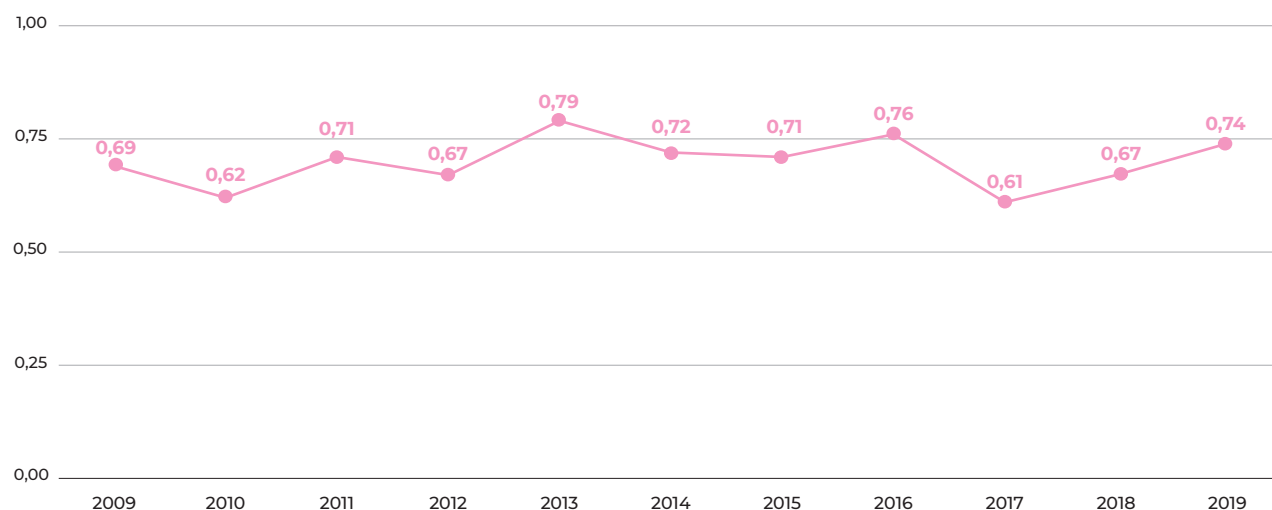
2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

Certaines situations de risques professionnels sont toujours pré-occupantes et doivent significativement s'améliorer : les risques liés aux équipements de travail et particulièrement aux appareils de levage, les risques d'explosion et d'incendie et les risques électriques. L'inspection du travail constate par ailleurs encore des situations de non-prise en compte systématique du risque lié à la présence d'amiante avant travaux pour éviter les expositions accidentelles.

Enfin, des progrès sont encore attendus dans le domaine de la gestion de la co-activité (qualité des plans de prévention notamment), du recours à la sous-traitance et des situations de détachement de salariés étrangers.

GRAPHIQUE 5

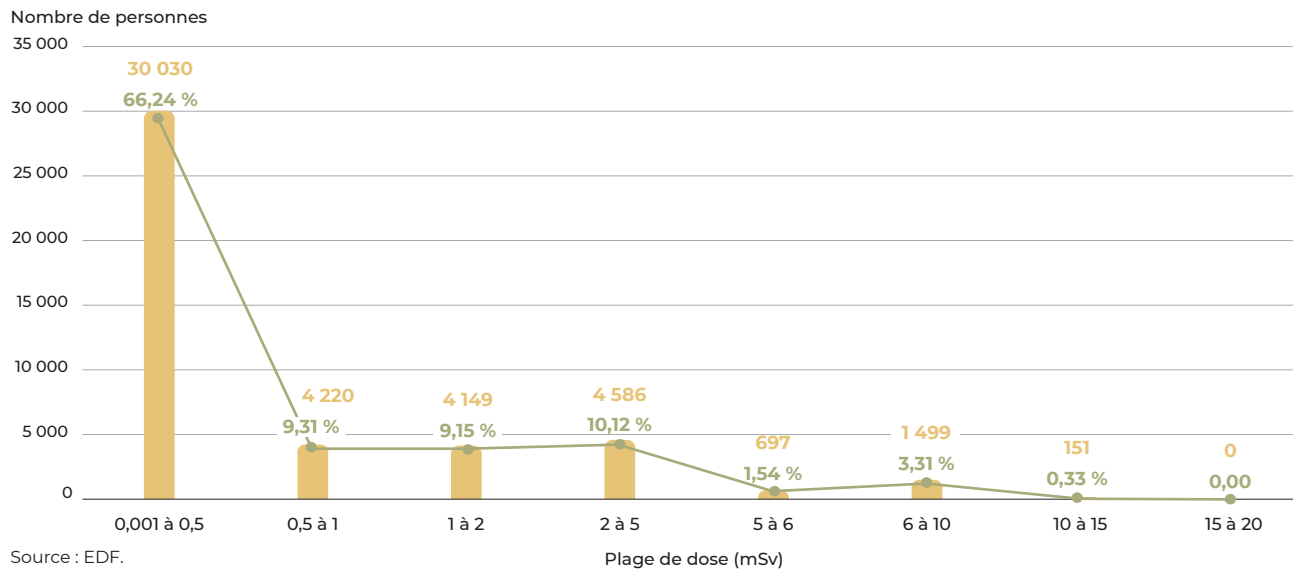
Dose collective moyenne par réacteur (Homme.Sv/réacteur)



Source : EDF.

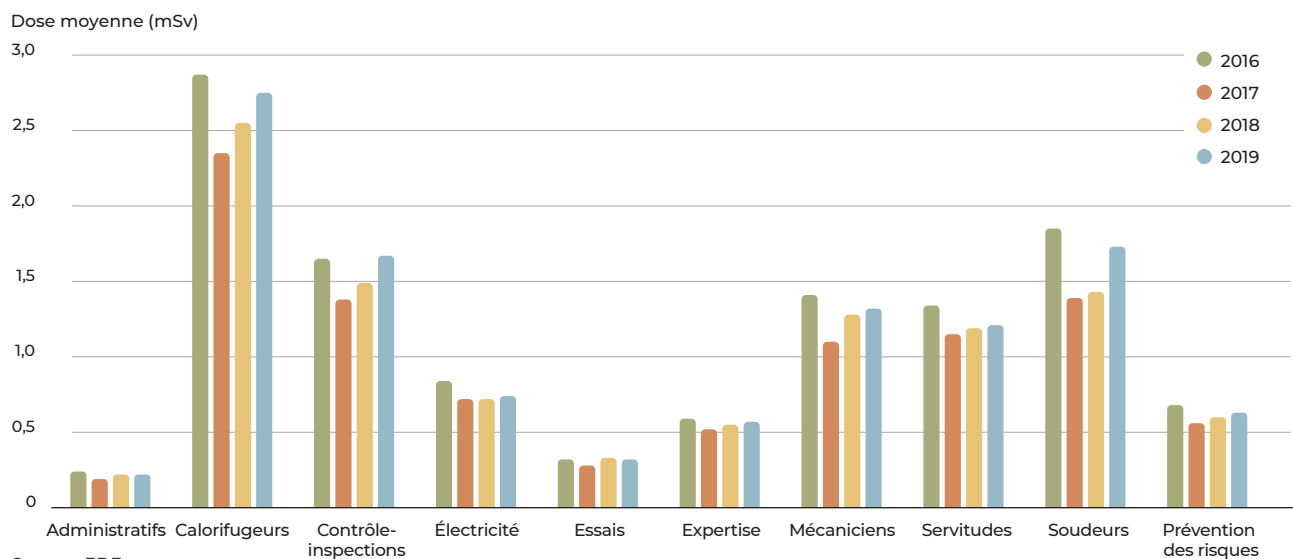
GRAPHIQUE 6

Nombre et pourcentage d'intervenants par plage de dose (en mSv) sur l'année 2019



GRAPHIQUE 7

Évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires



2.9 Le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima

À la suite de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#), l'ASN a adopté un ensemble de [décisions en date du 5 mai 2011](#) demandant aux exploitants d'installations nucléaires importantes de procéder à des [ECS](#).

Les conclusions de ces ECS ont fait l'objet d'une [position de l'ASN le 3 janvier 2012](#), qui a elle-même fait l'objet d'un examen par des pairs européens, en avril 2012, dans le cadre des « [stress tests](#) » européens (tests de résistance de sûreté).

Sur la base de l'avis des groupes permanents d'experts et des conclusions des stress tests européens, l'ASN a pris un ensemble de [décisions en date du 26 juin 2012](#) demandant à EDF de mettre en place :

- un ensemble d'actions correctives ou d'améliorations, notamment l'acquisition de moyens de communication et de

protection radiologique complémentaires, la mise en place d'instrumentations complémentaires, la prise en compte de risques d'agressions internes et externes de manière étendue, le renforcement de la prise en compte des situations d'urgence ;

- une force d'action rapide nucléaire (FARN) permettant, sur la base de moyens mobiles extérieurs au site, d'intervenir sur un site nucléaire en situation pré-accidentelle ou accidentelle ;
- un centre de crise local, permettant de gérer une situation d'urgence sur l'ensemble du site nucléaire en cas d'agression externe extrême ;
- un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant, en cas d'agression externe extrême, à :
 - prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression ;
 - limiter les rejets radioactifs massifs ;
 - permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une situation d'urgence.

Report des mises en service des diesels d'ultime secours (DUS)

L'ASN a imposé à EDF, dans ses [décisions du 26 juin 2012](#) prises au vu des conclusions des évaluations complémentaires de sûreté réalisées à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, la mise en place avant le 31 décembre 2018 d'un moyen d'alimentation électrique supplémentaire permettant notamment d'alimenter, en cas de perte des autres sources électriques externes et internes, les systèmes et composants appartenant au « noyau dur ». En réponse à ces prescriptions, EDF a engagé la construction de groupes électrogènes dénommés « diesels d'ultime secours » (DUS).

EDF a informé l'ASN de son impossibilité, pour 54 réacteurs, de respecter l'échéance du 31 décembre 2018 pour la mise en place de ces DUS. L'ASN a considéré que les difficultés rencontrées par EDF sont avérées et que certaines d'entre elles subsistent encore. Elles résultent notamment de l'ampleur, de la complexité des opérations et des particularités de certains sites.

L'ASN a modifié le calendrier de mise en service des DUS compte tenu des difficultés techniques rencontrées par EDF. L'ASN a assorti ce rééchelonnement, qui s'étend jusqu'au 31 décembre 2020, de prescriptions relatives au renforcement de la robustesse des sources électriques existantes.

Fin 2019, EDF avait mis en service 35 DUS.

L'ASN a complété ses demandes par un ensemble de [décisions en date du 21 janvier 2014](#) visant à préciser certaines dispositions de conception du « noyau dur », en particulier, la définition et la justification des niveaux d'agressions naturelles externes extrêmes à retenir pour le « noyau dur ».

De façon générale, les demandes de l'ASN s'inscrivent également dans un processus d'amélioration continu de la sûreté au regard des objectifs fixés pour les réacteurs de troisième génération, et visent, en complément, à faire face à des situations très au-delà des situations habituellement retenues pour ce type d'installation.

Ces demandes sont prises en application de la démarche de défense en profondeur et, à ce titre, portent sur des mesures de prévention et de limitation des conséquences d'un accident, sur la base, à la fois, de moyens fixes complémentaires et de moyens mobiles externes prévus pour l'ensemble des installations d'un site au-delà de leur conception initiale.

Compte tenu de la nature des travaux demandés, il est nécessaire que l'exploitant procède à des études de conception, de construction et d'installation de nouveaux équipements qui nécessitent d'une part, des délais, et d'autre part, une planification pour leur mise en place sur chacune des centrales nucléaires de manière optimale. En effet, dans la mesure où ces travaux importants se déroulent sur des sites nucléaires en fonctionnement, il est aussi nécessaire de veiller à ce que leur réalisation ne dégrade pas la sûreté des centrales nucléaires.

En 2015, EDF a achevé la mise en place de dispositions temporaires ou mobiles visant à renforcer la prise en compte des situations principales de perte totale de la source froide ou de perte des alimentations électriques. En particulier, des moyens de connexion ont été installés afin qu'en cas de crise il soit possible de connecter des moyens mobiles pour apporter de l'eau. Par ailleurs, la FARN, qui est l'un des principaux moyens de gestion de crise, a été mise en place. Depuis le 31 décembre 2015, les équipes de la FARN ont une capacité d'intervention simultanée sur l'ensemble des réacteurs d'un site en moins de 24 heures (jusqu'à six réacteurs dans le cas du site de [Gravelines](#)). Ces dispositions permettent de répondre aux recommandations issues de l'examen par les pairs européens mené en avril 2012 dans le cadre des [stress tests européens](#).

EDF a par ailleurs engagé la mise en place de certains moyens définitifs de conception et d'organisation robustes vis-à-vis d'agressions extrêmes visant à faire face aux principales situations de perte totale de la source froide ou de perte des alimentations électriques au-delà des référentiels de sûreté en vigueur et aux accidents avec fusion du cœur.

Les mesures les plus importantes sont :

- la mise en place d'un diesel d'ultime secours (DUS) de grande puissance nécessitant la construction d'un bâtiment dédié. En raison des difficultés industrielles rencontrées par EDF dans leur construction, l'ASN a décidé en 2019 de modifier le calendrier de mise en service de ces DUS. L'ASN a assorti ce rééchelonnement, qui s'étend jusqu'au 31 décembre 2020, de prescriptions relatives au renforcement de la robustesse des sources électriques existantes. Fin 2019, 35 DUS avaient été mis en service par EDF ;
- la mise en place d'une source d'eau ultime. Au 31 décembre 2019, EDF a mis en place la source d'eau ultime du site de [Flamanville](#). EDF a par ailleurs engagé la mise en place de celle des autres sites et prévoit un achèvement des travaux fin 2021, sauf pour les sites du [Blayais](#), de [Gravelines](#) et de [Dampierre-en-Burly](#) pour lesquels les travaux seront achevés en 2022 ;
- la construction sur chaque site d'un centre de crise local capable de résister à des agressions externes extrêmes (fonctionnellement autonome en situation de crise). EDF a achevé en 2019 la construction du centre de crise local du site de Flamanville qui devrait être mis en service en 2020. Pour les autres sites, EDF prévoit un achèvement des travaux entre 2022 et mi-2025.

Par ailleurs, ces dispositions seront complétées lors des réexamens périodiques par la mise en œuvre du « noyau dur ». Ces moyens ont été partiellement déployés sur le réacteur 1 de la centrale nucléaire du [Tricastin](#) lors de sa quatrième visite décennale.

Les mesures les plus importantes sont :

- l'ajout d'une nouvelle pompe d'appoint au circuit primaire ;
- l'achèvement des raccordements par des circuits fixes de l'alimentation de secours des GV, du réservoir d'eau de refroidissement PTR et de la piscine de désactivation du combustible ;
- la mise en place d'un système de contrôle-commande ultime et de l'instrumentation définitive du « noyau dur » ;
- la mise en place d'un système ultime de refroidissement de l'enceinte ne nécessitant pas l'ouverture de l'évent filtré de l'enceinte de confinement en cas d'accident grave ;
- la mise en place, en cas de fusion du cœur, d'une solution de noyage du corium, qui se trouverait alors dans le puits de cuve, afin de prévenir la traversée du radier.

Dans la perspective de la mise en place du « noyau dur », l'ASN instruit les hypothèses de conception des dispositions matérielles et vérifie que les solutions proposées par EDF permettent de répondre aux objectifs de sûreté fixés.

Sur la base des dossiers transmis par EDF et des études réalisées, l'ASN a sollicité l'avis du GPR sur les points les plus importants de ces dossiers. À ce jour, trois réunions du GPR ont eu lieu :

- le [GPR a été consulté les 28 janvier et 10 février 2016](#) sur la définition et la justification des niveaux d'aléas naturels retenus par EDF pour le « noyau dur ». Cet examen a permis de définir les niveaux d'aléas à retenir pour la conception du « noyau dur » et a conduit l'ASN à demander, sur certains points, des précisions complémentaires à EDF ;
- la [séance du 7 juillet 2016](#) a porté sur les dispositions nouvelles proposées par EDF afin de limiter les conséquences d'un accident de fusion du cœur à court et long terme. Cet examen a permis à l'ASN de valider le principe des dispositions nouvelles proposées par EDF afin de limiter les conséquences d'un accident de fusion du cœur. Sur certains points, l'ASN a demandé à EDF des précisions et des études complémentaires ;
- la [séance du 2 février 2017](#) a porté principalement sur les stratégies de conduite des accidents pouvant survenir sur le réacteur et la piscine, ainsi que sur l'adéquation fonctionnelle des matériels (nouveaux ou existants) avec ces dernières.

2.10 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

2.10.1 L'âge des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires actuellement en fonctionnement en France ont été construites sur une période de temps assez courte : 45 réacteurs électronucléaires représentant près de 50 000 MWe, soit les trois quarts de la puissance délivrée par l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, ont été mis en service entre 1980 et 1990, et sept réacteurs, représentant 10 000 MWe, entre 1991 et 2000. En décembre 2019, la moyenne d'âge des réacteurs, calculée à partir des dates de première divergence, se répartit comme suit :

- 38 ans pour les 34 réacteurs électronucléaires de 900 MWe ;
- 32 ans pour les 20 réacteurs électronucléaires de 1 300 MWe ;
- 22 ans pour les quatre réacteurs électronucléaires de 1 450 MWe.

2.10.2 Le réexamen périodique

• Le principe du réexamen périodique

Les [réexamens périodiques](#) des réacteurs électronucléaires comportent les deux volets suivants :

- la vérification de l'état de l'installation et de sa conformité : cette étape vise à évaluer la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables. Elle s'appuie sur un ensemble de contrôles et d'essais complémentaires à ceux réalisés au fil de l'eau. Ces vérifications peuvent comprendre des contrôles des études initiales de conception, ainsi que des contrôles sur le terrain de matériels ou encore des essais décennaux comme les épreuves des enceintes de confinement. Les éventuels écarts détectés lors de ces investigations font ensuite l'objet de remises en conformité dans des délais adaptés aux enjeux. La maîtrise du vieillissement est également intégrée dans ce volet du réexamen ;
- la réévaluation de sûreté : cette étape vise à améliorer le niveau de sûreté en tenant compte notamment de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, des exigences applicables aux installations les plus récentes, ainsi que des meilleures pratiques internationales. À l'issue des études de réévaluation ainsi réalisées, EDF identifie les modifications de ses installations qu'elle compte mettre en œuvre pour en renforcer la sûreté.

• Le processus de réexamen des réacteurs électronucléaires d'EDF

Afin de tirer bénéfice de la standardisation des réacteurs électronucléaires exploités par EDF, ces [deux volets du réexamen](#)

font d'abord l'objet d'un programme d'études génériques pour un type de réacteurs donné (réacteurs de 900 MWe, de 1 300 MWe ou de 1 450 MWe). Les résultats de ce programme sont ensuite déclinés sur chacun des réacteurs électronucléaires à l'occasion de leur réexamen périodique. En particulier, EDF réalise une partie importante des contrôles et des modifications liés aux réexamens périodiques lors des visites décennales de ses réacteurs. Conformément aux dispositions de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), à l'issue de ce réexamen, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de conclusions du réexamen périodique. Dans ce rapport, l'exploitant prend position sur la conformité réglementaire de son installation ainsi que sur les modifications réalisées visant à remédier aux écarts constatés ou à améliorer la sûreté de l'installation et propose, le cas échéant, de mettre en œuvre des améliorations complémentaires. Le rapport de réexamen est composé des éléments prévus par le code de l'environnement.

• L'analyse de l'ASN

L'orientation des programmes génériques de vérification de l'état de l'installation et de la réévaluation de la sûreté proposée par EDF fait l'objet d'une prise de position de l'ASN après consultation du [GPR](#) et éventuellement du [GPESPN](#). Sur cette base, EDF réalise des études de réévaluation de sûreté et définit les modifications à mettre en œuvre.

Après consultation des groupes permanents d'experts à la fin de la phase générique du réexamen périodique, l'ASN se prononce sur les résultats des études de réévaluation et sur les modifications permettant les améliorations de sûreté envisagées par EDF.

L'ASN communique ensuite au ministre chargé de la sûreté nucléaire son analyse du rapport de conclusions du réexamen de chaque réacteur électronucléaire, mentionné à l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), et peut édicter de nouvelles prescriptions pour encadrer la poursuite de son fonctionnement.

La [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte a complété le cadre applicable aux réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires. Elle a notamment soumis à autorisation de l'ASN, après enquête publique, les dispositions proposées par l'exploitant lors des réexamens périodiques au-delà de la 35^e année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire. Cinq ans après la remise du rapport de réexamen, l'exploitant remet également un rapport intermédiaire sur l'état des équipements au vu duquel l'ASN complète éventuellement ses prescriptions.

• Les principaux enjeux de la maîtrise du vieillissement

Comme toutes les installations industrielles, les centrales nucléaires sont sujettes au [vieillissement](#). L'ASN s'assure qu'EDF prend en compte, en cohérence avec sa stratégie générale d'exploitation et de maintenance, les phénomènes liés au vieillissement afin de maintenir un niveau de sûreté satisfaisant des installations pendant toute leur durée de fonctionnement.

Pour appréhender le vieillissement d'une centrale nucléaire, au-delà du simple délai écoulé depuis sa mise en service, un certain nombre de facteurs doivent être pris en compte, notamment l'existence de phénomènes physiques qui peuvent dégrader les caractéristiques des équipements en fonction de leur usage ou de leurs conditions d'utilisation.

• Les dégradations des matériels remplaçables

Le vieillissement des équipements résulte de phénomènes tels que le durcissement de certains aciers sous l'effet de l'irradiation ou de la température, le gonflement de certains bétons, le durcissement des polymères, la corrosion des métaux... Ces dégradations sont généralement prises en compte dès la conception et la fabrication des installations puis dans un programme de surveillance et de maintenance préventive, voire de réparation ou de remplacement si nécessaire.

Chronologie de première divergence des réacteurs électronucléaires français à la fin 2019

Date de 1 ^{re} divergence									Puissance totale
1977	Fessenheim 1	Fessenheim 2							1800 MWe
1978	Bugey 2	Bugey 3							1800 MWe
1979	Bugey 4	Bugey 5							1800 MWe
1980	Tricastin 1	Gravelines 1	Tricastin 2	Tricastin 3	Gravelines 2	Dampierre 1	Gravelines 3	Saint-Laurent B1	7200 MWe
1981	Dampierre 2	Saint-Laurent B2	Blayais 1	Dampierre 3	Tricastin 4	Gravelines 4	Dampierre 4		6300 MWe
1982	Blayais 2	Chinon B1							1800 MWe
1983	Cruas 1	Blayais 4	Blayais 3	Chinon B2					3600 MWe
1984	Cruas 3	Paluel 1	Cruas 2	Paluel 2	Gravelines 5	Cruas 4			6200 MWe
1985	Saint-Alban 1	Paluel 3	Gravelines 6	Flamanville 1					4800 MWe
1986	Paluel 4	Saint-Alban 2	Flamanville 2	Chinon B3	Cattenom 1				6100 MWe
1987	Cattenom 2	Nogent 1	Belleville 1	Chinon B4					4800 MWe
1988	Belleville 2	Nogent 2							2600 MWe
1990	Cattenom 3	Penly 1	Golfech 1						3900 MWe
1991	Cattenom 4								1300 MWe
1992	Penly 2								1300 MWe
1993	Golfech 2								1300 MWe
1996	Chooz B1								1450 MWe
1997	Chooz B2	Civaux 1							2900 MWe
1999	Civaux 2								1450 MWe

● 900 MWe ● 1300 MWe ● 1450 MWe

Source : ASN

• La durée de vie des équipements irremplaçables

Les équipements irremplaçables, tels que la cuve (voir point 2.2) et l'enceinte de confinement (voir point 2.3), font l'objet d'une étroite surveillance afin de vérifier que leur vieillissement est conforme à celui anticipé et que leurs caractéristiques mécaniques restent dans des limites en permettant un comportement satisfaisant.

• L'obsolescence des équipements ou de leurs composants

Certains équipements, avant d'être installés dans les centrales nucléaires, ont fait l'objet d'un processus de qualification visant à s'assurer de leur capacité à remplir leurs fonctions dans les conditions de sollicitation et d'ambiance correspondant aux situations d'accident pour lesquelles ils sont nécessaires. La disponibilité des pièces de rechange pour ces équipements est fortement conditionnée par l'évolution du tissu industriel des fournisseurs, l'arrêt de la fabrication de certains composants ou la disparition de leur constructeur pouvant conduire à des difficultés d'approvisionnement. En préalable à leur montage, EDF doit vérifier que les nouvelles pièces de rechange, différentes des pièces d'origine, ne remettent pas en cause la qualification des équipements sur lesquels elles seront installées. Compte tenu de la durée de cette procédure, une forte anticipation est nécessaire de la part d'EDF.

• Le processus de maîtrise du vieillissement des réacteurs électronucléaires

La démarche mise en place par EDF pour s'assurer de la maîtrise du vieillissement de ses installations s'appuie sur trois points :

- anticiper le vieillissement dès la conception : à la conception et lors de la fabrication des composants, le choix des matériaux et les dispositions d'installation doivent être adaptés aux conditions d'exploitation prévues et tenir compte des cinétiques de dégradation connues ou supposées ;
- surveiller l'état réel de l'installation : au cours de l'exploitation, d'autres phénomènes de dégradation que ceux prévus à la conception peuvent être découverts. Les programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive, les programmes d'investigations complémentaires ou encore l'examen du retour d'expérience (voir points 2.4.3, 2.4.4, 2.4.7, 2.4.8 et 2.6.1) doivent permettre de détecter ces phénomènes de manière suffisamment anticipée ;
- réparer, rénover ou remplacer les équipements : compte tenu des contraintes d'exploitation que de telles opérations de maintenance courante ou exceptionnelle sont susceptibles de créer, surtout lorsqu'elles ne sont réalisables qu'en période d'arrêt des réacteurs électronucléaires, EDF doit chercher à les anticiper pour tenir compte des délais d'approvisionnement des nouveaux composants, du temps de préparation et de réalisation de l'intervention, des risques d'obsolescence de composants et de perte de compétences techniques des intervenants.

À la demande de l'ASN, EDF a établi une méthodologie de maîtrise du vieillissement pour ses réacteurs électronucléaires au-delà de 30 ans de fonctionnement dont l'objectif est de démontrer leur aptitude à poursuivre leur fonctionnement jusqu'à leur quatrième réexamen périodique dans des conditions de sûreté satisfaisantes, d'une part, au regard de la connaissance et de la maîtrise des

mécanismes et des cinétiques des modes d'endommagement associés au vieillissement et d'autre part, au vu de l'état des installations constaté lors de leur troisième réexamen périodique.

Cette méthodologie comporte une première phase générique qui vise à se prononcer sur la prise en compte du vieillissement pour un ensemble de réacteurs similaires. Dans un second temps, à l'occasion du troisième réexamen périodique de chaque réacteur électronucléaire, un dossier de synthèse spécifique au réacteur est élaboré afin de démontrer la maîtrise du vieillissement des équipements et l'aptitude à la poursuite du fonctionnement du réacteur pendant la période décennale suivant sa troisième visite décennale.

Pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires au-delà de leur quatrième visite décennale, EDF reconduit une telle démarche qui est appliquée non seulement à l'ensemble des systèmes, structures et composants importants pour la maîtrise des risques radiologiques, mais également des risques conventionnels.

2.10.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

• Les réacteurs de 900 MWe

Le troisième réexamen périodique

En juillet 2009, l'ASN a [pris position](#) sur les aspects génériques de la [poursuite du fonctionnement](#) des réacteurs de 900 MWe au-delà de 30 ans. L'ASN n'a pas identifié d'élément générique remettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe jusqu'au prochain réexamen périodique. Elle considère que le nouveau référentiel de sûreté présenté dans le [rapport de sûreté](#) générique des réacteurs de 900 MWe et les modifications de l'installation envisagées par EDF sont de nature à maintenir et à améliorer le niveau de sûreté global de ses réacteurs électronucléaires.

Cette appréciation générique ne tenant pas compte d'éventuelles spécificités individuelles, l'ASN se prononce sur l'aptitude à la poursuite du fonctionnement de chaque réacteur électronucléaire, en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles de conformité et sur l'évaluation du rapport de conclusion du réexamen périodique du réacteur remis par EDF.

Début 2020, 33 des 34 réacteurs de 900 MWe ont effectué leur troisième réexamen périodique et ont intégré les améliorations issues du réexamen périodique.

L'ASN a, par ailleurs, transmis en 2019 au ministre chargé de la sûreté nucléaire son analyse du [rapport de conclusions du réexamen du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Blayais](#). Sur la base de cette analyse, l'ASN n'a pas identifié d'élément mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté de ce réacteur de 900 MWe jusqu'au prochain réexamen périodique. En application de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), l'ASN a édicté à cette occasion des prescriptions complémentaires visant à renforcer la sûreté de ce réacteur.

Le quatrième réexamen périodique

Un réexamen aux enjeux importants

Mis en service entre 1977 et 1987, les 34 réacteurs d'EDF d'une puissance de 900 MWe atteignent, pour les premiers d'entre eux, l'échéance de leur [quatrième réexamen périodique](#). C'est dans ce cadre que seront définies les conditions de poursuite de fonctionnement de ces réacteurs, hormis pour les deux réacteurs de la centrale nucléaire de [Fessenheim](#) dont l'arrêt définitif est prévu en 2020. Ces deux réacteurs feront l'objet d'un réexamen périodique spécifique.

Pour les 32 autres réacteurs, ce quatrième réexamen périodique présente des enjeux particuliers :

- certains matériels atteignent la durée de vie prise en compte pour leur conception. Les études portant sur la conformité des installations et la maîtrise du vieillissement des matériels doivent donc être réexaminées en prenant en compte les mécanismes de dégradation réellement constatés et les stratégies de maintenance et de remplacement mises en œuvre par EDF ;
- les modifications associées à ce réexamen périodique permettront de terminer l'intégration sur ces réacteurs des modifications prescrites par l'ASN à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima ;
- la réévaluation de la sûreté de ces réacteurs, et les améliorations qui en découlent, doivent être réalisées par rapport aux réacteurs de nouvelle génération, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées.

Position ASN fin 2020 sur les études génériques d'EDF applicables à tous les réacteurs

EDF a proposé en 2013 à l'ASN des objectifs pour ce réexamen périodique, c'est-à-dire le niveau de sûreté à atteindre pour poursuivre l'exploitation des réacteurs.

Après instruction, avec l'appui de l'IRSN, des objectifs proposés par EDF et consultation de ses groupes permanents d'experts, l'ASN a pris position sur ces objectifs et a formulé des demandes complémentaires en avril 2016. EDF a complété son programme de travail et présenté en 2018 à l'ASN les mesures qu'elle envisage pour répondre à ces demandes.

L'ASN poursuit, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction des études génériques liées à ce réexamen. En particulier, l'ASN a recueilli en 2018 et 2019 l'avis de ses groupes permanents d'experts sur :

- la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence ;
- la résistance mécanique des cuves ;
- les ESPN ;
- les études d'accidents de la démonstration de sûreté ;
- la capacité des installations à résister aux agressions internes et externes ;
- les études probabilistes de sûreté ;
- la gestion des accidents avec fusion du cœur.

Elle sollicitera à nouveau leur avis en 2020 sur la résistance mécanique de la zone de cœur des cuves et le bilan de la phase générique de ce réexamen périodique.

L'ASN a transmis à EDF [en septembre 2018 ses premières observations](#) sur les contrôles et les modifications qu'EDF prévoit de mettre en œuvre sur ses réacteurs pour répondre aux objectifs du réexamen. L'ASN prendra position, à la fin de l'année 2020, sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs.

2019 : l'année de la première visite décennale

En 2019, le réacteur 1 de la centrale nucléaire du [Tricastin](#) a effectué sa quatrième visite décennale, qui constitue une étape majeure de son quatrième réexamen périodique. Pendant cet arrêt, EDF a réalisé une partie importante des contrôles attendus et déploiera les premières améliorations de sûreté associées au réexamen. L'ASN prendra position sur la poursuite de fonctionnement de ce réacteur en 2022, après sa prise de position sur les études génériques et l'instruction du rapport de conclusion du réexamen de ce réacteur qu'EDF remettra en 2020.

L'association du public à chaque étape

Pour ce réexamen, l'ASN a associé le public dès 2016 pour l'élaboration de sa position sur les objectifs proposés par EDF. Cette démarche s'est poursuivie en 2018, sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)), sous la forme d'une concertation sur les dispositions prévues par EDF pour répondre à ces objectifs. L'ASN

consultera également le public fin 2020 sur la position qu'elle adoptera sur la phase générique du réexamen. Conformément à la loi, une enquête publique sera ensuite effectuée, réacteur par réacteur, après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chacun d'eux.

• Les réacteurs de 1300 MWe

Le deuxième réexamen périodique

L'ASN s'est [prononcée favorablement en 2006](#) sur les aspects génériques de la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe jusqu'à leur troisième réexamen périodique, sous réserve de la réalisation des modifications décidées dans le cadre de ce réexamen.

Les 20 réacteurs de 1300 MWe ont, à ce jour, tous effectué leur deuxième réexamen périodique et ont intégré les améliorations issues du réexamen périodique.

En application de l'[article L. 593-19 du code de l'environnement](#), l'ASN a transmis en 2014 sa position sur la poursuite de fonctionnement des deux réacteurs de [Saint-Alban](#), des réacteurs 2 et 3 de [Cattenom](#), des deux réacteurs de [Nogent-sur-Seine](#) et du réacteur 1 de [Penly](#) et a édicté à cette occasion des prescriptions complémentaires visant à renforcer la sûreté de ces réacteurs électronucléaires. Elle prépare actuellement sa position sur la poursuite du fonctionnement des autres réacteurs de 1300 MWe.

Le troisième réexamen périodique

L'ASN a [pris position](#) début 2015 sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe au-delà de 30 années de fonctionnement. L'ASN considère que les actions engagées ou prévues par EDF pour évaluer l'état de ses réacteurs de 1300 MWe et maîtriser leur vieillissement jusqu'au quatrième réexamen périodique sont acceptables. L'ASN estime également que les modifications identifiées par EDF à l'issue de cette phase d'études contribueront à améliorer significativement la sûreté de ces installations. Ces améliorations portent notamment sur le renforcement de la protection des installations contre les agressions, sur la réduction des rejets de substances radioactives en cas d'accident avec ou sans fusion du cœur et sur la prévention du risque de dénoyage des assemblages de combustible entreposés dans la piscine de désactivation ou en cours de manutention.

Dans le cadre de la conclusion de la phase générique de ce réexamen, l'ASN prévoit d'adopter en 2020 des prescriptions génériques complémentaires applicables à tous les réacteurs de 1300 MWe, visant à renforcer leur sûreté.

Le réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Flamanville](#), les réacteurs de la centrale nucléaire de [Saint-Alban](#) ceux de la centrale nucléaire de [Paluel](#), le réacteur 2 de la centrale nucléaire de [Belleville-sur-Loire](#), les réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#) et le réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Nogent-sur-Seine](#) ont réalisé leur troisième visite décennale entre 2015 et 2019. Ces troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe s'échelonneront jusqu'en 2024.

Le quatrième réexamen périodique

En juillet 2017, EDF a présenté un dossier présentant les orientations envisagées pour la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. En 2019, l'[ASN a pris position](#) sur ces orientations, notamment en consultant le [GPR](#) le 22 mai 2019. L'ASN considère que les objectifs généraux retenus par EDF pour ce réexamen sont acceptables dans leur principe. Toutefois, dans la continuité de ses demandes formulées dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'ASN demande à EDF de modifier ou de compléter ces objectifs généraux pour ce réexamen, de considérer certains référentiels pour réévaluer la sûreté de ses installations et d'ajouter des thèmes d'études à son programme de réexamen.

• Les réacteurs de 1450 MWe

Le deuxième réexamen périodique

EDF a transmis en 2011 ses propositions d'orientations pour le programme générique d'études du deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1450 MWe. Après consultation du GPR en 2012, EDF a complété son programme générique d'études par plusieurs actions et a affiné certaines de ses propositions. L'ASN a pris position en février 2015 sur les orientations de ce deuxième réexamen périodique. Elle considère notamment que les objectifs de sûreté à retenir pour le deuxième réexamen des réacteurs de 1450 MWe devront être définis au regard des objectifs applicables aux nouveaux réacteurs électronucléaires et a demandé à EDF d'étudier dans les meilleurs délais les dispositions susceptibles de répondre à cette exigence, dans l'objectif de les mettre en œuvre dès les deuxièmes réexamens périodiques des réacteurs de 1450 MWe.

Le réacteur B2 de la centrale nucléaire de [Chooz](#) a réalisé sa deuxième visite décennale en 2019, les autres visites décennales des réacteurs de 1450 MWe s'échelonneront jusqu'en 2022.

• La maîtrise du vieillissement

Dans la perspective de la poursuite du fonctionnement au-delà du quatrième réexamen périodique des réacteurs électronucléaires de 900 MWe, EDF a prévu de reconduire la démarche de maîtrise du vieillissement appliquée depuis le troisième réexamen périodique de ses réacteurs, tout en renforçant ses projets de rénovation et de remplacement de matériels. La maîtrise du vieillissement, en particulier des équipements irremplaçables dont l'intégrité est indispensable à la sûreté – tels que la cuve du réacteur (voir point 2.2) – et son enceinte de confinement (voir point 2.3) –, et la gestion de l'obsolescence sont essentielles au maintien d'un niveau de sûreté satisfaisant.

Après avoir considéré en 2013 puis en 2016 que les dispositions mises en place ou prévues par EDF – permettant notamment d'identifier les différents modes de dégradation des matériels, de mettre en place les parades associées et d'intégrer le retour d'expérience – étaient globalement satisfaisantes, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a instruit à nouveau la démarche de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence et a recueilli en mars 2018 les avis du [GPR](#) et du [GPESPN](#).

L'ASN note qu'EDF a pris en compte ses demandes formulées en 2013 et 2016. L'ASN considère que les dispositions mises en œuvre ou prévues pour assurer la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence des structures, systèmes et composants des réacteurs de 900 MWe et contribuer ainsi au maintien de leur conformité au-delà de leur quatrième réexamen périodique, complétées par les engagements pris à l'issue de l'instruction, sont satisfaisantes.

Les programmes de qualification des matériels aux conditions accidentelles sont pertinents et permettent d'étendre cette qualification au-delà de la quatrième visite décennale. Des actions sont encore en cours pour couvrir l'ensemble des matériels concernés.

Les opérations de maintenance exceptionnelle envisagées (remplacements, réparations ou rénovations programmés pendant ou après les quatrièmes visites décennales) sont cohérentes avec les analyses de vieillissement.

Les améliorations identifiées pour le traitement de l'obsolescence sont de nature à garantir un traitement satisfaisant et pérenne de l'obsolescence.

Le programme d'investigations complémentaires défini par EDF et les modalités prévues de traitement des résultats sont jugés satisfaisants.

Néanmoins, l'ASN a relevé des faiblesses concernant le traitement du retour d'expérience, l'anticipation des décisions à prendre, le

délai de traitement de certaines fiches génériques d'analyse du vieillissement et l'appropriation par les centrales nucléaires de la démonstration de l'aptitude à la poursuite du fonctionnement portée par le dossier de synthèse spécifique à chaque réacteur.

Enfin, des compléments limités sont attendus sur des phénomènes de vieillissement de plusieurs composants des circuits primaire et secondaires principaux.

Par ailleurs, la première revue thématique *Topical Peer Review*, prévue par la [directive 2014/87/Euratom](#) du Conseil du 8 juillet 2014 modifiant la [directive 2009/71/Euratom](#) établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires sur le sujet de la maîtrise du vieillissement, a confirmé que la démarche de maîtrise du vieillissement mise en place pour les réacteurs nucléaires d'EDF est appropriée. Un plan d'action national a été élaboré pour répondre aux conclusions de cette revue, notamment en ce qui concerne la prise en compte des spécificités des sites dans leur programme local de maîtrise du vieillissement, les inspections des tuyauteries enterrées et le besoin d'un programme de maîtrise du vieillissement pendant les phases de construction longues des nouvelles installations et des périodes d'arrêt prolongé de réacteur. L'ASN analysera en 2020 la mise en œuvre de ce plan d'action.

2.11 L'EPR de Flamanville

L'[EPR](#) est un REP qui s'appuie sur une conception en évolution par rapport à celle des réacteurs actuellement en fonctionnement en France lui permettant ainsi de répondre aux objectifs de sûreté renforcés suivants : réduction du nombre d'événements significatifs, limitation des rejets, réduction du volume et de l'activité des déchets, réduction des doses individuelles et collectives reçues par les travailleurs (en fonctionnement normal et en situation d'incident), réduction de la fréquence globale de fusion du cœur en tenant compte de tous les types de défaillances et d'agressions et réduction des conséquences radiologiques des accidents.

Après une période d'une dizaine d'années sans construction de réacteur nucléaire en France, EDF a déposé en mai 2006, auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, une demande d'autorisation de création d'un réacteur de type EPR, d'une puissance de 1 650 MWe, sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs de 1 300 MWe.

Le Gouvernement en a autorisé la création par le [décret n° 2007-534 du 10 avril 2007](#), après un avis favorable rendu par l'ASN à l'issue de l'instruction. Ce décret a été modifié en 2017 pour prolonger le délai alloué à la mise en service du réacteur.

Après la délivrance de ce décret d'autorisation de création et du permis de construire, la construction du réacteur EPR de Flamanville a débuté au mois de septembre 2007. Les premiers coulages du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007. Depuis, les travaux de génie civil (gros œuvre) se sont poursuivis et sont désormais quasiment terminés.

EDF prévoit le chargement du combustible et le démarrage du réacteur à la fin de l'année 2022. Ce délai prend en compte le temps nécessaire d'une part aux réparations de certaines soudures des CSP, d'autre part à la fin des opérations de montage et d'essai.

2.11.1 L'instruction des demandes d'autorisation

• L'instruction de la demande d'autorisation de mise en service

EDF a adressé en mars 2015 à l'ASN sa demande d'autorisation de mise en service de l'installation, comprenant le rapport de sûreté, les règles générales d'exploitation, une étude sur la gestion des déchets de l'installation, le PUI, le plan de démantèlement

et une mise à jour de l'étude d'impact de l'installation. À l'issue d'un examen préliminaire, l'ASN a considéré que l'ensemble des pièces exigées par la réglementation était formellement présent, mais a estimé que des justifications supplémentaires devaient être apportées pour que l'ASN puisse statuer sur la demande d'autorisation de mise en service. L'ASN a engagé l'instruction technique des sujets pour lesquels l'essentiel des éléments était disponible, en formulant des demandes sur certains points.

En juin 2017, l'ASN a reçu des versions mises à jour des dossiers de demande d'autorisation de mise en service et de mise en service partielle. Des éléments restent manquants pour que l'ASN soit en mesure de prendre position sur le dossier de demande d'autorisation de mise en service. L'ASN a en particulier formulé en 2018 des demandes de compléments sur les règles générales d'exploitation.

L'ASN a également recueilli l'avis du [GPR](#) les 4 et 5 juillet 2018 sur le rapport de sûreté du réacteur EPR de Flamanville. Cette réunion a été notamment consacrée aux suites données aux précédentes séances du GPR dédiées à ce réacteur depuis 2015. Le groupe permanent considère que la démonstration de sûreté du réacteur est globalement satisfaisante et souligne que quelques compléments sont attendus concernant la prise en compte du risque d'incendie et le comportement des crayons de combustible ayant subi une crise d'ébullition. Le GPR considère également que la conception et le dimensionnement des systèmes de sauvegarde et des systèmes auxiliaires de sûreté sont globalement satisfaisants et note que des compléments devront être apportés concernant les brèches susceptibles d'affecter le système de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. En 2019, l'ASN a formulé des demandes de [compléments de démonstration de sûreté](#) nécessaires pour se prononcer sur la demande d'autorisation de mise en service.

• L'instruction de la demande d'autorisation de mise en service partielle pour l'arrivée du combustible

EDF a adressé, en même temps que la demande d'autorisation de mise en service, une demande de mise en service partielle de l'installation pour l'arrivée du combustible sur site. L'ASN prendra position en 2020 sur cette demande.

2.11.2 Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement

Les [enjeux du contrôle](#) de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement de l'EPR de Flamanville sont multiples pour l'ASN. Il s'agit :

- de contrôler la qualité d'exécution des activités de fabrication des équipements, de construction de l'installation de manière proportionnée aux enjeux de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement afin de pouvoir prendre position sur l'aptitude de l'installation à répondre aux exigences définies ;
- de s'assurer que le programme des essais de démarrage est satisfaisant, que les essais sont correctement mis en œuvre et que les résultats sont conformes à l'attendu ;
- de veiller à ce que les différents acteurs tirent le retour d'expérience de la phase de construction et de réalisation des essais de démarrage, y compris les phases amont (choix et surveillance des prestataires, construction, approvisionnements...), qui permettront à l'installation telle que construite d'être conforme à la démonstration de sûreté tout au long du projet ;
- de veiller à ce que l'exploitant prenne les mesures nécessaires à la bonne préparation des équipes qui seront en charge du fonctionnement de l'installation après sa mise en service.

Pour cela, l'ASN a fixé des prescriptions relatives à la conception, à la construction et aux essais de démarrage du réacteur EPR du réacteur 3 de Flamanville et à l'exploitation des réacteurs 1 et 2 de Flamanville à proximité du chantier². Le respect de ces prescriptions fait régulièrement l'objet de vérifications par l'ASN en inspection et dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service. S'agissant d'un réacteur électro-nucléaire, l'ASN est également chargée de l'inspection du travail sur le chantier de la construction. Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des ESPN qui feront partie des circuits primaire et secondaires de la chaudière nucléaire. Les principales actions menées par l'ASN en 2019 sont décrites ci-après.

• Le contrôle des activités de construction, de montage et d'essais sur le site du réacteur EPR de Flamanville

Sur le [chantier du réacteur EPR de Flamanville](#), l'ASN a réalisé, en 2019, 12 inspections d'EDF. De plus, deux inspections d'EDF portant notamment sur des activités de chantier ont été réalisées dans les locaux de la direction industrielle d'EDF à Saint-Denis (93).

Dans ses activités de contrôle du chantier, l'ASN a porté en 2019 une attention particulière aux sujets suivants :

- la définition et la mise en œuvre d'un programme de contrôles complémentaires dans le cadre la revue de la qualité des matériels du réacteur EPR de Flamanville 3 demandée à EDF par l'ASN. Cette demande fait suite au constat de défaillance de la surveillance d'EDF sur les intervenants extérieurs ;
- la préparation et la réalisation des essais de démarrage des différents systèmes de l'installation et l'organisation d'EDF pour la gestion des essais d'ensemble. L'ASN a accentué son contrôle sur ces essais devant contribuer à la démonstration que les structures, systèmes et composants du réacteur respectent les exigences qui leur sont assignées. L'ASN a notamment mené une inspection renforcée consacrée à la réalisation des essais à chaud ;
- la préparation à l'exploitation de l'entité d'EDF qui sera chargée de l'EPR de Flamanville après son démarrage. Cette entité est actuellement composée de plus de 400 agents. En vue de la mise en service du réacteur, EDF poursuit le transfert progressif de la responsabilité du fonctionnement des structures, systèmes et composants depuis l'entité chargée des activités de construction et des opérations de démarrage du réacteur vers l'entité chargée de son exploitation future. Les étapes de ce processus permettent aux futurs personnels d'exploitation de parfaire leurs compétences, de se familiariser avec les équipements du réacteur, d'élaborer la documentation d'exploitation et de développer les outils adéquats. À travers son contrôle, l'ASN s'assure que les futures équipes d'exploitation tirent profit du retour d'expérience et des meilleures pratiques mises en œuvre dans les centrales nucléaires d'EDF et qu'elles s'approprient au mieux le fonctionnement des matériels pendant la construction du réacteur et les essais de démarrage des systèmes. Par ailleurs, l'ASN contrôle les activités de préparation à l'exploitation ;
- l'application d'une stratégie de conservation, de maintenance et d'essais des équipements et des structures présents sur le chantier jusqu'à la mise en service du réacteur 3 de Flamanville. En raison des reports annoncés par EDF pour la mise en service du réacteur, l'ASN veille à ce qu'EDF continue à porter une attention particulière à la définition et au respect d'exigences associées à la conservation, la maintenance et les essais des équipements déjà installés et des structures construites afin de s'assurer du maintien du respect des exigences acquises lors des montages et des essais de démarrage ;

- la gestion appropriée par EDF de la protection de l'environnement avec notamment le contrôle de la mise en place d'une gestion intégrée entre l'exploitant du réacteur Flamanville 3 et ceux de Flamanville 1 et 2.

• Le contrôle des activités d'ingénierie de l'EPR de Flamanville

En 2019, l'ASN a réalisé trois inspections dans les services d'ingénierie d'EDF sur le traitement des écarts, l'analyse des résultats des essais de démarrage et la qualification des matériels. Sur ce dernier point, l'inspection réalisée en 2018 avait conduit l'ASN à [mettre EDF en demeure](#) de respecter les dispositions de l'article 2.5.6 de l'arrêté du 7 février 2012. En septembre 2019, l'ASN a réalisé une nouvelle inspection sur le thème de la qualification des matériels. L'ASN a constaté que les dispositions mises en œuvre par EDF pour assurer la traçabilité des réserves de qualification et de leur traitement sont satisfaisantes. Ainsi, l'ASN n'envisage pas de suite à la mise en demeure susmentionnée. Enfin, l'ASN a réalisé une inspection à la suite d'une déclaration d'événement significatif relative à de multiples écarts affectant une pompe du système d'injection de sécurité. Cette inspection a été réalisée sur le site du fournisseur de cette pompe.

• L'inspection du travail sur le chantier de construction du réacteur EPR de Flamanville

Les actions menées par les inspecteurs du travail de l'ASN en 2019 ont consisté en :

- la réalisation de contrôles des entreprises intervenant sur le chantier ;
- la réponse à des sollicitations directes de la part de salariés ;
- la réalisation d'enquêtes consécutives à la survenue d'accidents du travail ;
- l'instruction ou la co-instruction de demandes de dérogation à des dispositions relevant de la réglementation du travail.

L'application des règles de sécurité a fait l'objet d'un contrôle régulier.

En 2019, les inspecteurs du travail de l'ASN ont également mené des actions de contrôle des dispositions réglementaires régissant les opérations de détachement transnational de travailleurs.

• Le contrôle de la conception des ESPN du réacteur EPR de Flamanville

Au cours de l'année 2019, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité de la conception des ESPN des CPP et CSP.

L'ASN ayant constaté des manques de justification et une incomplétude des dossiers de conception de ces équipements, notamment en ce qui concerne les analyses de risque, les choix des matériaux et l'inspectabilité des équipements en service, elle a tenu avec Framatome (ex-Areva NP), en 2013 et 2014, de nombreuses réunions techniques destinées à définir les compléments devant être apportés. Framatome a engagé en 2015 la révision de l'ensemble de la documentation technique de conception de ces équipements. Cette dernière doit être étayée pour tenir compte des écarts constatés.

Les organismes habilités pour l'évaluation de la conformité des ESPN apportent leur appui à l'ASN, qui les mandate à cet effet, pour l'examen de cette documentation de conception. L'année 2020 devrait connaître une forte activité sur ce thème.

• Le contrôle de la fabrication des ESPN du réacteur EPR de Flamanville

En ce qui concerne le contrôle de la fabrication des équipements du réacteur EPR de Flamanville, les actions menées par l'ASN en 2019 ont principalement porté sur les écarts affectant les [soudures des tuyauteries principales](#) d'évacuation de la vapeur.

2. Décision n°2013-DC-0347 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 7 mai 2013.



Inspection de l'ASN sur le chantier de l'EPR de Flamanville sur le thème des contrôles non destructifs de fin de fabrication des soudures des tuyauteries des circuits VVP et ARE – Avril 2018

L'ASN a en particulier réuni à deux reprises son groupe permanent d'experts pour les ESPN en vue de statuer sur le traitement proposé par EDF.

Tenant compte de l'avis du groupe permanent d'experts, l'ASN a considéré que la remise en conformité avant le démarrage du réacteur des soudures situées au niveau des traversées de l'enceinte de confinement doit être la solution de référence. EDF a depuis décidé de réparer ces soudures. Ce sujet est présenté dans une fiche thématique dédiée (voir en introduction de ce rapport).

Par ailleurs, l'ASN s'est prononcée favorablement sur le traitement proposé par EDF de remise en conformité des autres soudures en identifiant les conditions préalables à ces opérations et a contrôlé le respect de ces conditions.

L'ASN a également engagé l'analyse des écarts ayant affecté la réalisation du traitement thermique de détensionnement de soudures de raccordement de composants des générateurs de vapeur et du pressuriseur réalisés à l'[usine Saint-Marcel de Framatome](#).

• Les attestations de conformité des équipements sous pression nucléaires (ESPN) du réacteur EPR de Flamanville

Au terme des contrôles réalisés pour leur conception et leur fabrication, l'ASN délivre, si ces contrôles sont satisfaisants au regard des exigences réglementaires, des attestations de conformité des ESPN. Au cours des années 2017 et 2018, l'ASN a délivré les toutes premières attestations. L'évaluation de la conformité des autres ESPN ou ensembles nucléaires de niveau N1 se poursuivra en 2020.

L'ASN a par ailleurs autorisé la mise en service et l'utilisation de la cuve du réacteur en 2018.

2.11.3 L'évaluation de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

De façon générale, l'ASN considère que l'organisation mise en place pour la réalisation des essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville 3 et la préparation de son exploitation a été satisfaisante en 2019.

Néanmoins, EDF doit encore compléter son programme de contrôles complémentaires mené dans le cadre de la revue de la qualité des matériels et le mettre en œuvre avec rigueur. De plus, malgré la mobilisation de moyens et l'amélioration sensible de l'organisation des essais de démarrage, EDF doit améliorer la gestion des configurations du contrôle commande et des essais conduits sur des installations modifiées temporairement. Elle doit également améliorer l'exploitation du retour d'expérience accumulé et la mise en œuvre des actions correctives néces-

saies. Enfin, EDF doit veiller à l'application d'une stratégie de conservation, de maintenance et d'essais des équipements et des structures présents sur le chantier jusqu'à la mise en service du réacteur. En 2020, l'ASN poursuivra son action de contrôle sur ces thèmes et veillera également à la mise en conformité des CSP.

2.12 Les études sur les réacteurs du futur

• EPR 2

En avril 2016, EDF a sollicité l'avis de l'ASN sur les options de sûreté d'un projet de réacteur à eau sous pression dénommé EPR Nouveau Modèle (EPR NM), développé par EDF et Framatome.

Ce projet vise à répondre aux objectifs généraux de sûreté des réacteurs de troisième génération. Il a pour ambition d'intégrer le retour d'expérience de conception, de construction et de mise en service des réacteurs de type EPR de Flamanville 3, Olkiluoto 3, Taishan 1 et 2 et Hinkley Point C, ainsi que le retour d'expérience d'exploitation des réacteurs existants. Par ailleurs, ce réacteur a vocation à intégrer, dès sa conception, l'ensemble des leçons de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Cela se traduit, en particulier, par un renforcement de la conception vis-à-vis des agressions naturelles externes et une consolidation de l'autonomie de l'installation et du site en situation accidentelle (avec ou sans fusion du cœur) avant l'intervention de moyens extérieurs au site.

L'ASN a mené l'instruction du dossier d'options de sûreté (DOS) de l'EPR NM avec l'appui de l'IRSN, en tenant compte des recommandations du [Guide n° 22](#) relatif à la conception de REP. À la demande de l'ASN, le GPR s'est réuni en janvier 2018 pour examiner ce dossier.

En 2018, EDF a communiqué à l'ASN sa décision de faire évoluer la configuration technique de l'EPR NM vers une nouvelle version, appelée EPR 2.

L'ASN a ainsi publié le [16 juillet 2019 son avis](#) sur les options de sûreté proposées pour le réacteur EPR NM et son évolution de configuration EPR 2. L'ASN considère que les objectifs généraux de sûreté, le référentiel de sûreté et les principales options de conception sont globalement satisfaisants. L'avis de l'ASN identifie les sujets à approfondir en vue d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur. Des justifications complémentaires sont en particulier attendues sur la démarche d'exclusion de rupture des tuyauteries primaires et secondaires principales, la démarche de prise en compte des agressions, notamment l'incendie et l'explosion, et les choix de conception de certains systèmes de sûreté. EDF devra ainsi préciser, dans une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur, les études et les justifications complémentaires apportées en réponse à cet avis, ainsi que les modifications des options de sûreté qui en résulteraient.

• Petits réacteurs modulaires

Plusieurs projets de « petits réacteurs modulaires » (SMR, *Small Modular Reactors*) sont en cours de développement dans le monde. Il s'agit de réacteurs d'une puissance inférieure à 300 MWe, fabriqués en usine et livrés sur leur site d'implantation. Un projet de SMR français réunissant EDF, Technicatome, le CEA et Naval Group est actuellement au stade des études préliminaires. L'ASN considère que ces projets constituent des opportunités de développer des réacteurs présentant des améliorations significatives en matière de sûreté nucléaire.

• Les réacteurs de génération IV

Le CEA mène depuis 2000, en partenariat avec EDF et Framatome, des réflexions sur les réacteurs de quatrième génération, notamment au sein du Forum international « [Génération IV](#) » (GIF, *Generation IV International Forum*). Compte tenu de l'abandon du projet Astrid du CEA, le déploiement industriel des réacteurs de quatrième génération est envisagé au plus tôt à la fin de ce siècle.

3. Perspectives

En 2020, les actions de l'ASN dans le domaine du contrôle des centrales nucléaires porteront plus particulièrement sur les thèmes suivants.

- **Les réexamens périodiques**

L'ASN prendra position en 2020 sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de leur quatrième réexamen périodique. Elle prendra notamment en compte les observations du public recueillies dans le cadre de la concertation lancée en 2018 sur les dispositions proposées par EDF pour répondre aux objectifs de ce réexamen.

- **La conformité des installations à leurs référentiels de conception, construction et d'exploitation**

L'ASN continuera à être particulièrement attentive à la conformité des installations en 2020, et poursuivra à cet égard ses inspections sur l'état des matériels et des systèmes. Elle s'assurera que le nouveau référentiel de traitement des écarts d'EDF permettra de bien répondre aux obligations réglementaires liées à la détection et au traitement des écarts et à l'information de l'ASN.

L'ASN sera également particulièrement vigilante à la bonne réalisation par EDF du programme de contrôle de la conformité des installations lors de la quatrième visite décennale du réacteur 2 de la centrale nucléaire de Bugey.

- **Le contrôle du réacteur EPR de Flamanville**

L'ASN poursuivra le contrôle de la mise en place des équipements, de la préparation et de la réalisation des essais de démarrage et de la préparation des différents documents supports à l'exploitation. Les contrôles des inspecteurs de la sûreté nucléaire resteront soutenus.

L'ASN poursuivra l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service et prendra position sur la demande de mise en service partielle en vue de l'arrivée sur le site du combustible nucléaire.

Enfin, l'ASN poursuivra l'instruction du traitement des écarts affectant les soudures des CSP et les évaluations de conformité des ESPN les plus importants pour la sûreté.

- **Le contrôle des équipements sous pression nucléaires (ESPN)**

Ces dernières années, le contrôle des ESPN a été marqué par trois événements majeurs : la mise en évidence des problématiques liées à la ségrégation majeure en carbone de certains composants forgés, la découverte d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications, notamment au sein de l'usine Creusot Forge de Framatome et du site des Ancizes d'Aubert et Duval, et par ailleurs le problème de maîtrise de la qualité des soudures sur l'EPR de Flamanville.

L'ASN conduira en 2020 les actions de contrôle associées à ces trois événements et poursuivra, par ailleurs, le travail visant à prévenir le renouvellement de telles problématiques.



LES INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE

1 Le cycle du combustible _____ 318

1.1 Amont du cycle du combustible

1.2 Fabrication du combustible

1.3 Aval du cycle du combustible –
retraitement

1.4 La cohérence du cycle du combustible
du point de vue de la sûreté et de la
radioprotection

1.5 Perspectives : les installations en
projet et les installations dont les
activités cesseront prochainement

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations du cycle du combustible : une approche graduée _____ 324

2.1 L'approche graduée en fonction
des enjeux des installations

2.2 Le retour d'expérience
de Fukushima

2.3 Les réexamens périodiques
des installations du cycle
du combustible

2.4 Les actions particulières
de contrôle menées
en concertation avec l'ASND

Les installations du cycle du combustible nucléaire

Le [cycle du combustible nucléaire](#) débute avec l'extraction du minerai d'uranium et s'achève avec le conditionnement, en vue de leur stockage, des [déchets radioactifs](#) provenant des combustibles usés. En France, les dernières mines d'uranium étant fermées depuis 2000, le cycle du combustible concerne la fabrication du combustible puis son traitement à l'issue de son utilisation dans les réacteurs nucléaires.

Les exploitants des usines du cycle font partie des groupes Orano ou EDF (Framatome) : Orano Cycle exploite Melox à Marcoule, les usines de La Hague, l'ensemble des usines du Tricastin depuis le 31 décembre 2018, ainsi que les installations de Malvési. Framatome exploite les installations du site de Romans-sur-Isère.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) contrôle la sûreté de ces installations industrielles, qui manipulent des substances radioactives comme de l'uranium ou du plutonium et présentent des enjeux de sûreté spécifiques, notamment des risques radiologiques associés à des risques toxiques.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « [Impact cycle](#) », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du cycle du combustible de la stratégie d'EDF quant à l'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible.

1. Le cycle du combustible

Le minerai d'uranium est extrait, puis purifié et concentré sous forme de « [yellow cake](#) » sur les sites miniers. Le concentré solide est ensuite transformé en hexafluorure d'uranium (UF_6) à la suite d'opérations de conversion. Ces opérations sont réalisées dans les usines Orano Cycle de Malvési et du Tricastin. Ces usines, réglementées au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)), mettent en œuvre de l'uranium naturel dont la teneur en uranium-235 est de l'ordre de 0,7 %.

La plupart des réacteurs électronucléaires dans le monde utilisent de l'uranium légèrement enrichi en uranium-235. La filière des réacteurs à eau sous pression ([REP](#)) nécessite, par exemple, de l'uranium enrichi en isotope-235. En France, l'enrichissement de l' UF_6 entre 3 % et 6 % est réalisé par ultracentrifugation dans l'[usine Georges Besse II](#) du Tricastin.

Puis, cet UF_6 enrichi est transformé en oxyde d'uranium sous forme de poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère. Les pastilles de combustible fabriquées avec cet oxyde sont introduites dans des gaines pour constituer des « crayons », lesquels sont réunis pour former les assemblages de combustible. Ces assemblages sont alors introduits dans le cœur des réacteurs où ils délivrent de l'énergie, notamment par fission des noyaux d'uranium-235. Avant leur utilisation dans les réacteurs, les combustibles nucléaires neufs peuvent être entreposés dans un des deux magasins interrégionaux (MIR) exploités par EDF au [Bugey](#) et à [Chinon](#).

Après une période d'utilisation de l'ordre de 3 à 4 ans, les assemblages de combustible usé sont extraits du réacteur pour refroidir en piscine, d'abord sur le site même de la centrale où ils ont été mis en œuvre, puis dans l'[usine de retraitement Orano Cycle de La Hague](#).

Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont séparés des produits de fission et des autres éléments transuraniens⁽¹⁾. L'uranium et le plutonium sont conditionnés puis entreposés en vue d'une réutilisation ultérieure. Cependant, l'uranium issu de ce retraitement n'est plus utilisé à ce jour pour produire de nouveaux combustibles. Les déchets radioactifs produits par ces opérations sont stockés en surface, pour les moins actifs d'entre eux, les autres sont entreposés dans l'attente d'une solution définitive de stockage⁽²⁾.

Le plutonium issu du traitement des combustibles d'oxyde d'uranium est utilisé dans l'usine Orano Cycle de Marcoule, dite « [Melox](#) », pour fabriquer du combustible MOX (mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium) qui est utilisé dans des réacteurs électronucléaires de 900 MWe en France. Les combustibles nucléaires MOX ne sont actuellement pas retraités après avoir été utilisés dans les réacteurs. Dans l'attente de leur retraitement ou de leur stockage, les combustibles MOX irradiés sont entreposés dans l'usine de La Hague.

Les principaux flux liés au cycle du combustible sont présentés dans le tableau 1.

D'autres installations sont nécessaires au fonctionnement des installations nucléaires de base (INB) citées ci-dessus, notamment l'installation dite « [Socatri](#) » qui assure la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires ainsi que le traitement des effluents nucléaires et industriels de la plateforme Orano Cycle du Tricastin.

1.1 Amont du cycle du combustible

En amont de la fabrication de combustibles pour les réacteurs, le minerai d'uranium doit subir un certain nombre de transformations chimiques, de la préparation du « yellow cake » jusqu'à

1. Les transuraniens sont les éléments chimiques qui sont plus lourds que l'uranium (numéro atomique 92). Les principaux sont le neptunium (93), le plutonium (94), l'américium (95), le curium (96). Dans un réacteur, ils dérivent de l'uranium lors de réactions secondaires, autres que la fission.

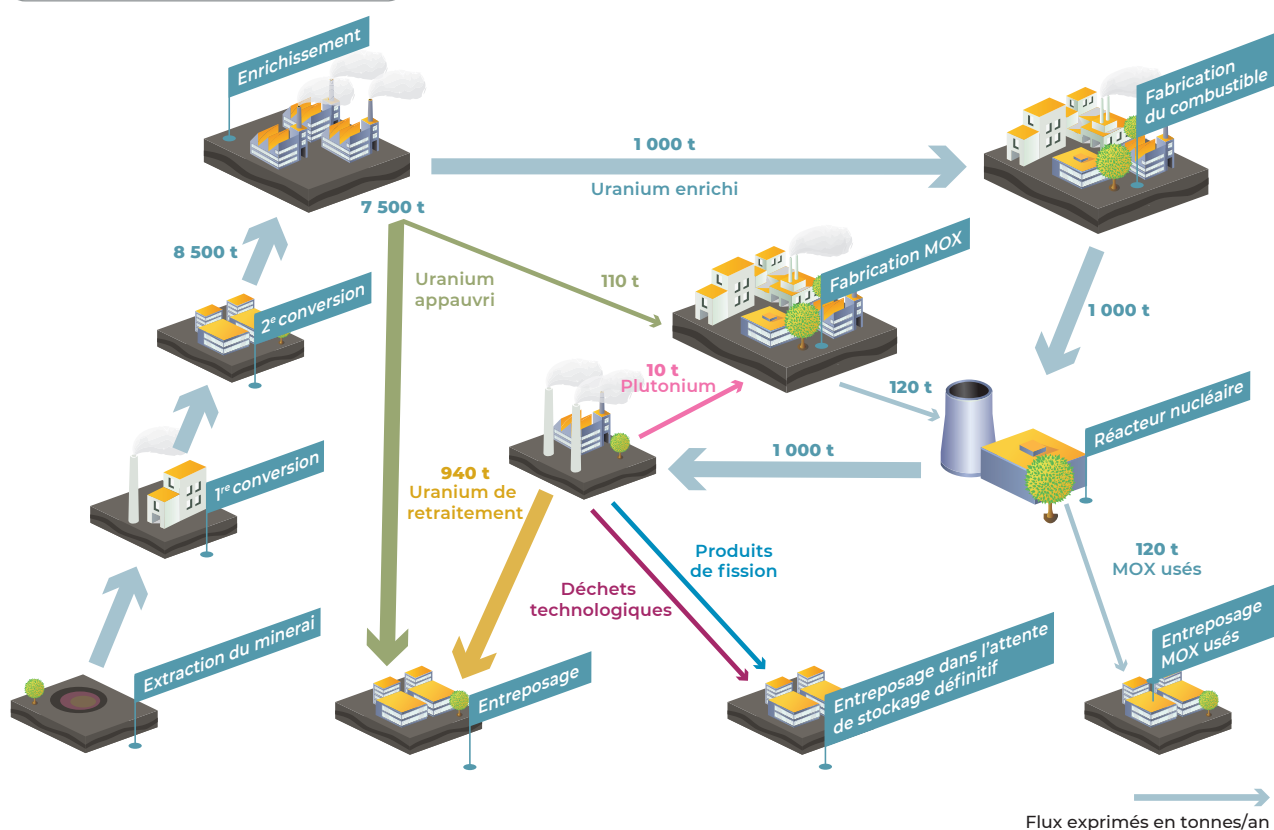
2. L'entreposage est temporaire, tandis que le stockage est définitif.

TABLEAU 1

Flux de l'industrie du cycle du combustible en 2019

	PRODUIT TRAITÉ			PRODUIT ÉLABORÉ		PRODUIT EXPÉDIÉ	
INSTALLATION	ORIGINE	PRODUIT TRAITÉ	TONNAGE MÉTAL LOURD	PRODUIT ÉLABORÉ	TONNAGE MÉTAL LOURD	DESTINATION	TONNAGE MÉTAL LOURD
Orano Tricastin ex Comurhex	INBS Marcoule	Nitrate d'uranyle	0	U ₃ O ₈	0	INBS Pierrelatte	0
	ICPE	UF ₄	1404	UF ₆	2133	Parcs Orano Tricastin	2133
	Malvesi						
Orano Cycle (TU5)	Orano Cycle La Hague	Nitrate d'uranyle	921	U ₃ O ₈	904	Parcs Orano Tricastin	894
Orano Cycle (W)	GB II	UF ₆ appauvri	6508	U ₃ O ₈	6506	Parcs Orano Tricastin	6 506
	BUE		0		0		0
Orano Cycle (GB II)	Orano Tricastin	UF ₆	9 448	UF ₆ appauvri	8 612	Défluoration	8 612
	Cameco		149				
					UF ₆ enrichi	1 420	Fabricants de combustible
Framatome Romans	Allemagne	Crayons UO ₂ à base d'uranium naturel ou appauvri	4			EDF	2 975
	Russie	UF ₆ à base d'uranium naturel enrichi	25	Assemblages à base d'uranium naturel enrichi	642	Afrique du sud	24
	Eurodif		323			EDF	577
	Unrenco (Royaume-Uni)		322			Chine	42
		ANF Lingen (Allemagne)	Crayons UO ₂ à base d'uranium naturel enrichi	8	Poudre UO ₂ et U ₃ O ₈ à base d'uranium naturel enrichi	4	CEA
Orano Cycle Marcoule MELOX	Framatome Lingen (Allemagne)	UO ₂ appauvri	83	Éléments combustibles MOX	73	EDF	71
	Orano Cycle La Hague	PuO ₂	8			EPZ (Pays-Bas)	2
Orano Cycle La Hague	Combustibles traités dans l'établissement de La Hague						
	EDF	UOX et MOX	1214	Nitrate d'uranyle	1146	Areva NC Tricastin	1007
				PuO ₂	15	Melox Marcoule	9
	Combustibles entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague						
	EDF et autres exploitants	Eléments combustibles irradiés	10140	-	-	-	-

Schéma du cycle du combustible



la conversion en UF_6 , forme sous laquelle il est enrichi. Ces opérations se déroulent principalement sur les sites Orano Cycle de [Malvési](#), dans l'Aude, et du [Tricastin](#) dans la Drôme et le Vaucluse (également connu sous le nom de site de Pierrelatte).

Orano Cycle exploite sur le site du Tricastin :

- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en UF_6 ;
- l'installation d'enrichissement de l' UF_6 par ultracentrifugation Georges Besse II (INB 168);
- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$, issu du retraitement de combustibles usés à La Hague, en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8);
- l'usine W (Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d' UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- des parcs d'entreposage d'uranium et de thorium sous diverses formes (INB 93, 178 et 179);
- le laboratoire d'analyse Atlas (INB 176);
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de substances radioactives, pour la quasi-totalité à usage civil;
- l'installation Socatri (INB 138) qui assure la gestion de déchets du site du Tricastin, ainsi que la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires.

• L'installation TU5 et l'usine W Orano Cycle – INB 155

L'INB 155, dénommée [TU5](#), peut mettre en œuvre jusqu'à 2000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano Cycle de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin.

• Les usines de conversion de l'uranium

Orano Cycle – INB 105

L'[INB 105](#), qui transformait notamment le nitrate d'uranyle de retraitement en UF_4 ou en U_3O_8 , est en démantèlement (voir chapitre 13).

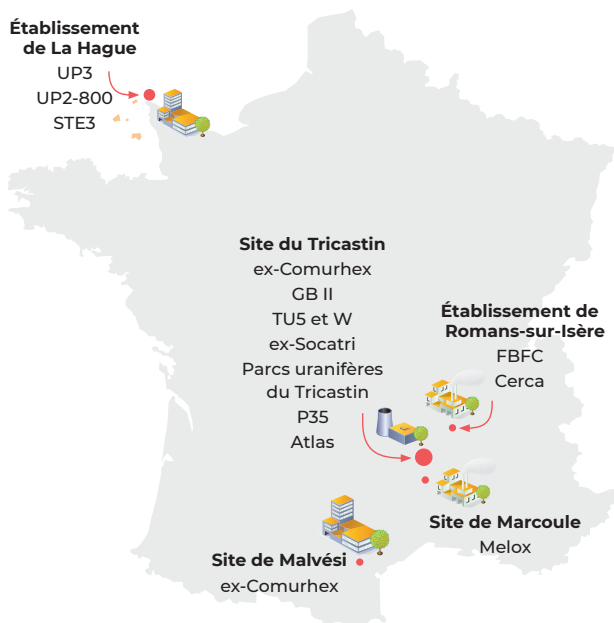
Des installations contrôlées relevant du régime des ICPE sont incluses dans son périmètre et sont dédiées à la fluoration de l' UF_4 en UF_6 , pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine GB II. Elles produisent chaque année de l'ordre de 14000 tonnes d' UF_6 à partir de l' UF_4 provenant de l'établissement Orano Cycle de Malvési. Elles relèvent du statut des ICPE soumises à autorisation avec servitude (installations dites « [Seveso](#) ») ainsi que du dispositif de garanties financières pour la mise en sécurité des installations et, enfin, sont soumises à la [directive 2010/75/UE](#) du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), dite « IED ».

• L'usine d'enrichissement par ultracentrifugation Georges Besse II – INB 168

L'INB 168, dénommée [Georges Besse II](#) (GB II), dont la création a été autorisée en 2007, est une usine d'enrichissement de l'uranium par ultracentrifugation gazeuse. Ce procédé consiste à injecter de l' UF_6 dans un cylindre en rotation à très grande vitesse. Sous l'effet de la force centrifuge, les molécules les plus lourdes (contenant l'uranium-238) sont séparées des plus légères (contenant l'uranium-235). En associant plusieurs centrifugeuses, qui constituent une cascade, il est possible de disposer d'un flux enrichi en isotope-235 [fissile](#) et d'un flux appauvri. GB II est composée de deux unités d'enrichissement (unité Sud et unité Nord) et d'un atelier support, REC II.

L'ASN a autorisé la mise en service, début 2009, de l'unité Sud, composée de huit modules et, en 2013, de l'unité Nord, composée

Installations du cycle du combustible en fonctionnement et en démantèlement



de six modules, dont les deux premiers sont prévus pour enrichir de l'uranium issu du traitement de combustibles usés. L'ASN a autorisé en 2014 la mise en service de l'atelier support. L'enrichissement d'uranium issu du retraitement, qui est soumis à autorisation préalable de l'ASN, n'est pas mis en œuvre.

• L'installation Atlas – INB 176

L'installation [Atlas](#) a pour fonction :

- la réalisation d'analyses physico-chimiques et radiochimiques industrielles ;
- le suivi des rejets liquides et atmosphériques et la surveillance de l'environnement des installations du Tricastin.

L'installation Atlas, qui répond aux exigences de sûreté les plus récentes, présente une robustesse aux agressions externes. L'ASN a autorisé le 7 mars 2017 sa mise en service.

• L'installation dite « Parcs uranifères du Tricastin » – INB 178

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 178, dite « [Parcs uranifères du Tricastin](#) », a été créée. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium, ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. L'ASN a enregistré cette installation en décembre 2016.

• L'installation P35 – INB 179

Dans la continuité du processus de déclassement de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 179, dite « [P35](#) » a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. L'ASN a enregistré cette installation en janvier 2018.

1.2 Fabrication du combustible

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l' UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « [FBFC](#) » (INB 98), sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer

les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages.

Les combustibles utilisés dans les réacteurs expérimentaux sont plus variés, certains d'entre eux utilisent, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont fabriqués dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère appelée [Cerca](#) (INB 63).

Le combustible MOX, constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium, est fabriqué dans l'INB 151 [Melox](#), exploitée par Orano Cycle et située sur le site nucléaire de Marcoule.

1.3 Aval du cycle du combustible – retraitement

• Les usines de retraitement Orano Cycle de La Hague en fonctionnement

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles usés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano Cycle.

La mise en service des différents ateliers des usines [UP3-A](#) (INB 116) et [UP2-800](#) (INB 117) et de la station de traitement des effluents [STE3](#) (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les [décrets du 10 janvier 2003](#) fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1 000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1 700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN du 22 décembre 2015 ([décision n° 2015-DC-0535](#) et [décision n° 2015-DC-0536](#)).

• Les opérations réalisées dans les usines

Les [usines de retraitement](#) comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés, de cisailage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour leur refroidissement.

Les assemblages sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolvant, rincés à l'acide puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée afin d'en extraire l'uranium et le plutonium, et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$. Il est destiné à être converti dans l'installation TU5 du site du Tricastin en un composé solide (U_3O_8), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Il est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano Cycle de Marcoule (Melox).

• Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standard de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standard de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, ces opérations de retraitement mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides ainsi que des déchets solides.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle et dans le respect des limites de rejet, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Les autres sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (en matrice solide de verre ou de bitume).

Les déchets solides sont conditionnés sur le site soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment, soit par vitrification. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) de [Soulaines](#) (voir chapitre 14) ou entreposés sur le site Orano Cycle de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et CSD-C). Conformément à l'[article L. 542-2 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé système Exper, a été approuvé par [l'arrêté du ministre chargé de l'énergie du 2 octobre 2008](#).

1.4 La cohérence du cycle du combustible du point de vue de la sûreté et de la radioprotection

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires produisant de l'électricité, son entreposage et son retraitement après irradiation constituent le «cycle du combustible nucléaire». Il implique différents exploitants : Orano Cycle, Framatome, EDF et l'Andra.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit «Impact cycle», rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du cycle du combustible de la stratégie d'EDF d'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible.

Le dernier dossier «Impact cycle 2016» pour la période 2016-2030, élaboré en collaboration avec Framatome, Orano Cycle et l'Andra, identifie notamment les seuils de rupture (saturations de capacités, limite de teneur isotopique de combustible atteinte...) prévisibles jusqu'en 2040 en prenant en compte plusieurs scénarios d'évolution du mix énergétique. Cette mise à jour présente plusieurs nouveautés par rapport aux démarches antérieures engagées en 1999 et 2006 :

- la période d'étude couvrant habituellement dix ans a été portée à quinze ans, afin de tenir compte des délais effectivement constatés dans l'industrie nucléaire pour concevoir et construire de nouvelles installations qui seraient identifiées comme nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie ;
- les aléas sur les transports de substances radioactives ont été explicitement pris en compte ;
- la fermeture de réacteurs nucléaires a été étudiée sur la période de temps considérée, notamment dans l'hypothèse d'une demande électrique stable jusqu'en 2025 pour tenir compte de la programmation prévue par la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) sur la transition énergétique pour la croissance verte ;
- la stratégie de gestion et d'entreposage des combustibles usés dans l'attente de leur traitement ou de leur stockage a été explicitée.

Après instruction, l'ASN a rendu le [18 octobre 2018 son avis](#), dont les principales conclusions sont les suivantes.

L'ASN estime que le dossier «Impact cycle 2016» présente de manière satisfaisante les conséquences de différents scénarios d'évolution du cycle du combustible nucléaire sur les installations, les transports et les déchets. L'étude des conséquences d'aléas pouvant affecter le fonctionnement du cycle doit en revanche être approfondie.

L'ASN souligne le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du cycle du combustible, afin qu'elle puisse être conçue et réalisée dans des conditions de sûreté et de radioprotection maîtrisées. Il s'agit, par exemple, de s'assurer que, compte tenu des délais incompressibles de développement des projets industriels, les besoins de création de nouvelles installations d'entreposage de combustibles usés, ou encore d'emballage de transport, sont suffisamment anticipés.

Sur la décennie à venir, il apparaît en particulier qu'afin d'éviter la saturation trop rapide des capacités d'entreposage existantes (piscines des réacteurs nucléaires et de La Hague), toute diminution de la production par des réacteurs consommant du combustible MOX doit être accompagnée d'une diminution de celle des réacteurs consommant du combustible issu d'uranium naturel enrichi (UNE), de manière que l'ensemble des combustibles UNE usés soient retraités.

À plus long terme, il convient soit de disposer de nouvelles capacités d'entreposage très significativement supérieures au volume actuel et projeté, soit de pouvoir consommer du combustible MOX dans d'autres réacteurs que ceux de 900 MWe, qui sont les plus anciens. Ces options nécessitent, pour leur conception et leur réalisation, des délais de l'ordre de la décennie. L'ASN demande donc dès maintenant aux industriels d'étudier ces deux options.

Le Gouvernement réactualise tous les 5 ans la programmation pluriannuelle de l'énergie ([PPE](#)). Le fonctionnement du cycle du combustible nucléaire est susceptible d'évoluer en fonction des orientations ainsi définies. L'ASN demande donc aux industriels d'étudier, en matière de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la mise en œuvre de la PPE sur le cycle du combustible nucléaire, et sa cohérence, à l'occasion de chacune de ses révisions.

Projet « Nouvelle concentration des produits de fission »

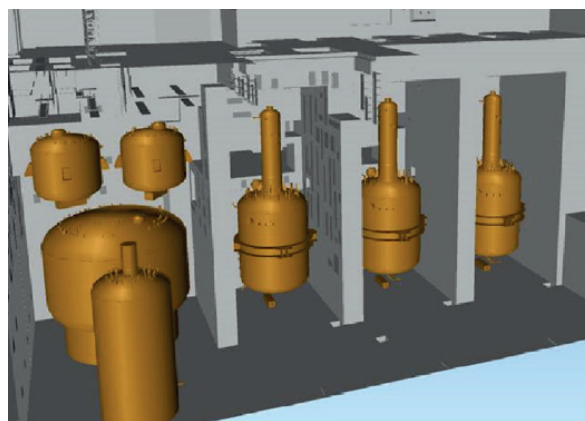
Les usines **UP3-A** et **UP2-800** (INB 116 et 117) exploitées par Orano Cycle sur son site de La Hague comprennent six évaporateurs assurant la concentration des produits de fission, issus du traitement des combustibles usés, afin de pouvoir les vitrifier.

Des examens avaient montré une corrosion de ces évaporateurs plus rapide que prévu à la conception. L'ASN a donc encadré la poursuite de leur fonctionnement par la [décision n° 2016-DC-0559 du 23 juin 2016](#), qui prévoit de nouveaux moyens pour limiter les conséquences d'une éventuelle rupture de ces équipements, et un suivi approfondi du phénomène de corrosion à l'œuvre.

Orano Cycle a décidé de remplacer ces équipements à l'horizon 2021-2022 et a lancé un projet « Nouvelle concentration de produits de fission » (NCPF) dans chacune de ses usines de retraitement. L'ASN a pris [position en novembre 2016](#) sur les options de sûreté envisagées par Orano Cycle pour ces projets. L'ASN a [autorisé en novembre 2017](#) la construction du génie civil des unités recevant les nouveaux évaporateurs concentrateurs de produits de fission. Ces chantiers sont en cours et l'ASN y a mené plusieurs inspections. Elle constate que l'organisation définie et mise en œuvre pour la réalisation du génie civil apparaît rigoureuse.

L'introduction des nouveaux évaporateurs sur leur lieu d'implantation définitif a débuté en août 2019 et s'est terminée en novembre 2019. Une nouvelle inspection de l'ASN sur ces chantiers est programmée en 2020.

En janvier et avril 2019, Orano a demandé l'autorisation de l'ASN pour installer le procédé des unités NCPF dans ses deux usines. L'ASN prendra position sur ces deux demandes en 2020.



Au regard de cet examen, l'année 2019 a été marquée par plusieurs événements concourant à un déséquilibre du cycle :

- L'usine de Melox a connu des difficultés pour produire du combustible MOX pour le parc de réacteurs d'EDF avec la qualité attendue. En effet, le nouveau procédé de production conduit à une hétérogénéité de la taille des grains d'uranium appauvri plus importante et donc à un plus fort taux de rebut. Ceci a conduit EDF à réduire le nombre d'assemblages MOX présents dans le cœur pour huit réacteurs. Cette situation étant susceptible de perdurer, EDF a demandé à l'ASN en 2019 l'autorisation de pouvoir diminuer davantage la proportion d'assemblages MOX présente dans le cœur de ses réacteurs. L'ASN instruit cette demande et prendra position en 2020. Cette situation entraîne également une moindre consommation du plutonium produit par les usines de La Hague et un nombre accru d'assemblages de combustibles usés dans les piscines. L'excédent de plutonium et de MOX non conforme devra à terme être résorbé.
- Un évaporateur concentrateur de produit de fission de La Hague a atteint un niveau de corrosion qui ne permet plus de l'utiliser sans restriction jusqu'au prochain arrêt annuel pour longue maintenance de l'usine et doit donc faire l'objet d'un suivi particulier jusqu'à la fin de son utilisation.

Par ailleurs, l'autre usine de retraitement de La Hague (UP2-800) a dû arrêter son fonctionnement plusieurs mois du fait de la corrosion de la roue de son dissolvant, pièce indispensable au fonctionnement de son procédé. Bien que cet événement n'ait pas eu de conséquence sur la cohérence du cycle, il conduit l'ASN à maintenir une vigilance particulière sur la maîtrise du vieillissement des installations de l'aval du cycle.

Ces perturbations des usines de l'aval du cycle confirment le besoin identifié par l'ASN dans son avis du 18 octobre 2018 de disposer de parades dans l'hypothèse où la mise en service de la piscine d'entreposage centralisé d'EDF interviendrait après la saturation des capacités françaises d'entreposage de combustibles usés.

1.5 Perspectives: les installations en projet et les installations dont les activités cesseront prochainement

• Projet d'une nouvelle installation d'entreposage d'uranium sur le site du Tricastin

Orano Cycle a fait part à l'ASN, en février 2015, de sa volonté de créer une nouvelle INB destinée à l'entreposage, sur le site du Tricastin, de matières uranifères issues du retraitement de combustible. Orano Cycle a entrepris des actions d'optimisation des entreposages existants du site pour repousser leur date de saturation de 2019 à 2021 et a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage. L'ASN a indiqué en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire que le contenu de la demande d'autorisation de création était suffisant pour permettre une instruction. Ce projet fera l'objet d'une enquête publique en 2020.

• Projet de « Nouvelle concentration des produits de fission » sur le site de La Hague

Afin de remplacer les évaporateurs concentrateurs de produit de fission de La Hague qui présentent une corrosion plus avancée que prévu à leur conception, Orano construit de nouveaux évaporateurs (voir encadré). Les autorisations relatives à ce projet particulièrement complexe feront l'objet de décisions de l'ASN en 2020.

• Construction de nouvelles capacités d'entreposage de colis de déchets

Afin d'anticiper la saturation des capacités d'entreposage des CSD-V (ateliers R7, T7 et E/EV/SE), la construction de nouveaux ateliers d'entreposage dit « extension d'entreposage des verres sur le site de La Hague » (E/EV/LH) a commencé en 2007. Ces ateliers sont construits module par module, par construction d'unités identiques appelées « fosses ». Les fosses 50 et 60 sont en construction pour accroître la capacité d'entreposage.

Par ailleurs, Orano Cycle a demandé en avril 2017 une modification du décret de création de l'usine UP3-A pour pouvoir étendre l'entreposage de CSD-C. Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN.

• **Projet d'unité de traitement de combustibles particuliers**

Afin de recevoir et traiter les combustibles particuliers irradiés dans le réacteur [Phénix](#) ou d'autres réacteurs de recherche, Orano Cycle a transmis en 2016 le dossier d'options de sûreté d'une nouvelle unité de traitement de combustibles particuliers. Cette unité comporterait de nouveaux équipements de cisailage et de dissolution. En mars 2017, l'ASN a indiqué à l'exploitant que les options de sûreté de cette nouvelle unité étaient globalement satisfaisantes. Orano a toutefois rencontré des difficultés techniques dans le développement du procédé, ce qui a conduit à une modification importante des options de conception initialement retenues. Compte tenu de ces éléments, l'ASN a accordé un délai supplémentaire à Orano pour déposer la demande d'autorisation de cette unité.

• **Projet de piscine d'entreposage centralisé d'EDF**

Étant donné les échéances, identifiées par l'instruction du précédent dossier de «cohérence du cycle», de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés et les délais nécessaires à la conception et à la construction d'une nouvelle installation,

l'article 10 de l'[arrêté du 23 février 2017](#) établissant des prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ([PNGMDR](#)) prescrit à EDF de transmettre «avant le 30 juin 2017 à l'ASN les options techniques et de sûreté relatives à la création de nouvelles capacités d'entreposage».

EDF a retenu une piscine d'entreposage centralisé, qui doit permettre l'entreposage des combustibles usés dont le retraitement ou le stockage ne sont envisageables qu'à long terme. La durée d'exploitation envisagée pour cet entreposage est donc de l'ordre du siècle. EDF a transmis en 2017 un dossier d'options de sûreté concernant ce projet, dont la localisation n'a pas été précisée.

À la suite de l'instruction du dossier d'options de sûreté transmis par EDF, l'ASN a rendu son [avis en juillet 2019](#). Elle a considéré que les objectifs généraux de sûreté et les options de conception retenues sont globalement satisfaisants. Des études et justifications complémentaires sont cependant nécessaires, notamment concernant la conception et la maîtrise de la fabrication pour garantir, sur la durée, l'étanchéité de la piscine ainsi que les niveaux d'aléas retenus pour les agressions externes une fois connu le site d'implantation de l'installation.

2. Les actions de l'ASN dans le champ des installations du cycle du combustible : une approche graduée

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

Les installations du cycle présentent des enjeux différents aux différentes étapes du cycle du combustible :

- les installations de conversion et d'enrichissement induisent principalement des risques toxiques (du fait de la forme chimique des substances radioactives qu'elles mettent en œuvre), des risques de criticité (lorsqu'elles mettent en œuvre des matières enrichies) et de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre, sous forme liquide ou cristallisées) ;
- les installations de fabrication de combustible induisent principalement des risques toxiques (quand elles ont des unités de conversion), de criticité, d'incendie ou d'explosion (ce sont des usines de céramique, qui utilisent des procédés de chauffe), de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre ou sont cristallisées) et d'exposition à des rayonnements ionisants (lorsqu'elles mettent en œuvre des substances issues du retraitement) ;
- les installations de retraitement de combustible usé induisent principalement des risques de dissémination de substances radioactives (les substances mises en œuvre sont notamment liquides et en poudre), de criticité (les substances fissiles mises en œuvre changent de forme géométrique) et d'exposition à des rayonnements ionisants (les combustibles contiennent des substances très irradiantes).

Leur point commun est que les réactions en chaîne n'y sont jamais recherchées (prévention du risque de criticité) et qu'elles mettent en œuvre des substances dangereuses dans des quantités industrielles. Les risques industriels classiques y sont donc prégnants. Certaines usines d'Orano Cycle du Tricastin et à La Hague ou de Framatome à Romans-sur-Isère relèvent à ce titre de la directive Seveso.

L'ASN s'attache à appliquer un contrôle proportionné aux enjeux de chaque installation. Chaque installation est notamment classée par l'ASN dans l'une des trois catégories définies au regard de l'importance des risques et inconvénients qu'elle présente. Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle

des installations et de renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspection et de profondeur des inspections menées par l'ASN.

Lorsque les installations sont modifiées de manière substantielle ou lorsqu'elles sont définitivement arrêtées, l'ASN est en charge de l'instruction de ces modifications qui font l'objet d'un décret modificatif par le Gouvernement sur lequel l'ASN est préalablement saisie. L'ASN établit aussi les prescriptions qui encadrent ces grandes étapes. Enfin, l'ASN instruit également les dossiers de sûreté justifiant le fonctionnement de chacune des INB.

L'ASN contrôle, pour chaque installation, l'organisation et les moyens retenus par l'exploitant pour lui permettre d'assurer ses responsabilités en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection, de gestion de crise en cas d'accident, ainsi que de protection de la nature, de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques. L'ASN contrôle le fonctionnement des organisations mises en place par les exploitants, principalement au travers d'inspections, notamment celles consacrées au management de la sûreté.

2.2 Le retour d'expérience de Fukushima

Le retour d'expérience de l'[accident de Fukushima](#) a été intégré de façon prioritaire sur l'ensemble des installations du cycle du combustible. Les exploitants ont fourni les rapports des évaluations complémentaires de sûreté ([ECS](#)) en septembre 2011 pour toutes les installations et sites, à l'exception de l'INB 63 de Romans-sur-Isère, dont le rapport a été remis en septembre 2012.

En juin 2012, l'ASN a fixé aux installations d'Orano Cycle et de Framatome évaluées en 2011 des prescriptions complémentaires au vu des conclusions des ECS. Ces prescriptions imposent notamment la mise en œuvre d'un «noyau dur» de dispositions matérielles et organisationnelles visant à prévenir un accident grave ou en limiter la progression, limiter les rejets massifs et permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

De façon générale, Orano et Framatome ont conçu et mis en œuvre dans les délais de nouveaux moyens destinés à faire face à des situations extrêmes dans leurs installations.

En particulier, les postes de commandement de crise local (PCD-L) des sites de Romans-sur-Isère et du Tricastin ont été déménagés au sein de nouveaux bâtiments de gestion de crise robustes à l'égard des aléas extrêmes. Ces bâtiments disposent notamment d'un système de ventilation avec filtration permettant de protéger le personnel présent d'un rejet toxique en provenance des installations de ces sites, des installations voisines, ou encore, sur le site du Tricastin, d'un rejet radioactif en provenance de la centrale nucléaire voisine.

Concernant le site de La Hague, Orano Cycle a réalisé des travaux et mis en œuvre des moyens afin de disposer de réserves d'eau importantes en cas de situation extrême ainsi que des moyens permettant la recirculation de l'eau sous les piscines d'entreposage et ainsi maintenir un niveau d'eau minimal au-dessus des assemblages combustibles en cas de fuite. Enfin, le nouveau bâtiment de crise du PCD-L du site, robuste vis-à-vis d'aléas extrêmes, est opérationnel depuis 2019.

Sur le site de Marcoule, Orano Cycle a commencé la construction de son nouveau bâtiment de crise, robuste aux aléas extrêmes. Ce chantier a cependant pris du retard et devrait s'achever en 2020.

L'ASN considère que l'avancement des travaux post-Fukushima et les dispositions organisationnelles mises en place sont satisfaisantes chez Orano Cycle et Framatome.

2.3 Les réexamens périodiques des installations du cycle du combustible

Depuis la publication du [décret du 2 novembre 2007](#), l'ensemble des exploitants d'INB doivent réaliser des [réexamens périodiques](#) de leur installation au moins tous les dix ans. Ces exercices ont été conduits graduellement sur les installations du cycle. Les premiers ont concerné les INB 151 (Melox) et 138 (Socatri) et ont permis d'identifier de nombreuses actions de renforcement de ces installations, dont l'essentiel est mis en œuvre aujourd'hui.

L'instruction de ces réexamens périodiques a confirmé la pertinence de définir, dans une phase dite d'orientation, les sujets à examiner par l'exploitant durant le réexamen périodique et les méthodologies attendues. Par ailleurs, les démonstrations de sûreté de l'ensemble des INB doivent s'enrichir d'analyses probabilistes. À la suite du réexamen de l'usine UP2-800 (INB 117), Orano a établi une méthodologie d'analyse de sûreté reposant sur les méthodes appliquées aux installations classées pour la protection de l'environnement. Cette évolution constituera un progrès significatif pour l'analyse de séquences accidentelles complexes.

Orano fait preuve de volontarisme dans sa mise en œuvre. En 2020, Orano Cycle doit formaliser auprès de l'ASN sa proposition de méthodologie d'analyse probabiliste pour l'ensemble des INB.

Le réexamen de l'INB 98 (FBFC) a montré la nécessité de mieux intégrer les risques liés aux substances dangereuses dans la démonstration de sûreté des installations du cycle en assurant un niveau d'exigence au moins équivalent aux installations classées relevant du régime Seveso seuil haut.

Les réexamens montrent l'importance d'une vérification *in situ* de la conformité des éléments importants pour la protection (EIP) la plus exhaustive possible, ou la plus représentative possible des EIP non accessibles. Ils illustrent aussi le besoin de disposer d'une démarche robuste pour la maîtrise du vieillissement des installations du cycle du combustible. Le développement de ces démarches peut présenter une certaine complexité car la plupart des installations du cycle du combustible sont uniques en leur genre.

L'ASN souligne la démarche méthodologique ambitieuse et rigoureuse du suivi du vieillissement mise en place dans le cadre des réexamens périodiques des installations de La Hague. L'ASN considère ainsi globalement satisfaisante la méthode retenue par Orano pour le suivi du vieillissement de ses installations. En 2019, l'ASN a pu constater en inspection que, malgré de très nets progrès, la déclinaison de la démarche sur site reste à améliorer, notamment en matière de traçabilité des actions à mener. L'ASN poursuivra son contrôle, notamment par des inspections, afin de s'assurer de la déclinaison rigoureuse de la démarche.

Dans le contexte de la corrosion plus rapide que prévu des évaporateurs-concentrateurs de produits de fission et d'autres équipements de l'usine de La Hague, la maîtrise du vieillissement constitue, pour l'ASN, un enjeu prioritaire pour les installations de l'aval du cycle qui fait l'objet d'inspections dédiées et d'une vigilance accrue dans l'instruction des réexamens périodiques en cours.

2.4 Les actions particulières de contrôle menées en concertation avec l'ASND

La perspective de déclassement en INB de l'INBS du Tricastin amènera l'ASN à prendre la responsabilité du contrôle des installations qu'elle contient. L'ASN veille avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense ([ASND](#)) à maintenir une cohérence dans l'application des exigences de sûreté et de radioprotection pour les installations dont elles ont chacune la charge sur le site du Tricastin. En effet, la plupart des installations relevant de l'ASND sont arrêtées ou en démantèlement et ne concourent plus à la défense nationale. Elles ne devraient donc plus faire l'objet de mesures de secret à ce titre et seront donc progressivement déclassées en INB dans les années à venir.

L'ASN et l'ASND ont mis en place un groupe de travail afin de préciser les étapes de la reprise du contrôle de la sûreté des activités de ce site par l'ASN. Il a été retenu que ce transfert s'effectuera progressivement et sera l'occasion de réorganiser le contrôle du site du Tricastin afin que l'ensemble du site, y compris ses sols présentant des pollutions historiques, soit contrôlé par l'une ou l'autre des autorités de sûreté. En concertation avec l'ASND, l'ASN proposera au ministre chargé de la sûreté nucléaire un reclassement des différentes installations de l'INBS du site vers des INB visant à minimiser le nombre d'étapes.

Les diverses installations de l'INBS devraient être regroupées, selon leur finalité, au sein d'INB existantes ou nouvelles. Leurs référentiels de sûreté devront par la suite être mis en conformité avec le régime des INB.

12.

LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE RECHERCHE ET INDUSTRIELLES DIVERSES

1	Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France	328	2	Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée	332	3	L'appréciation des installations de recherche et industrielles diverses	333
1.1	Les réacteurs de recherche		2.1	L'approche graduée en fonction des enjeux des installations				
1.2	Les laboratoires et installations industrielles diverses		2.2	Les réexamens périodiques				
1.2.1	Les laboratoires		2.3	Le retour d'expérience de Fukushima				
1.2.2	Les accélérateurs de particules							
1.2.3	Les installations industrielles d'ionisation							
1.3	Les installations d'entreposage de matières							
1.4	Perspectives : les installations en projet							

Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses

Les [installations nucléaires de recherche ou industrielles](#) sont distinctes des installations nucléaires de base (INB) directement liées à la production d'électricité (réacteurs électronucléaires et installations du cycle du combustible) ou à la gestion des déchets. Elles sont, historiquement et majoritairement, exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), mais également par d'autres organismes de recherche

(par exemple, l'Institut Laue-Langevin (ILL), l'organisation internationale ITER et le Ganil) ou par des industriels (par exemple, CIS bio international, Stéris et Ionisos, qui exploitent des installations de production d'éléments radiopharmaceutiques ou des irradiateurs industriels).

La variété et l'historique des activités de ces INB expliquent la grande diversité des installations concernées.

1. Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France

1.1 Les réacteurs de recherche

Les [réacteurs de recherche](#) ont pour objectif de contribuer à la recherche scientifique et technologique et à l'amélioration de l'exploitation des centrales nucléaires. Certaines de ces installations produisent également des radionucléides⁽¹⁾ à usage médical. Ce sont des installations dans lesquelles une [réaction en chaîne](#) est créée et entretenue, permettant de produire un flux de neutrons plus ou moins dense utilisé, en premier lieu, à des fins d'expériences scientifiques. Contrairement aux centrales nucléaires, l'énergie produite par les réacteurs de recherche n'est pas récupérée, elle constitue un « sous-produit » évacué par refroidissement. Les quantités de substances radioactives mises en œuvre sont moindres que dans les réacteurs électronucléaires.

Un panorama des différents types de réacteurs de recherche présents en France et des principaux risques associés est présenté ci-après.

Dans leur dimensionnement, ces réacteurs prennent en compte des accidents de référence de fusion du cœur « sous eau » (défaillance dans le système de refroidissement) et de fusion du cœur « sous air » (après dénoyage du cœur ou lors d'une manutention). En outre, ils prennent en compte des accidents spécifiques à certains réacteurs de recherche.

• Les réacteurs à faisceaux de neutrons

Les [réacteurs à faisceaux de neutrons](#) sont de type piscine. Ils sont principalement destinés à la recherche fondamentale (physique du solide, physico-chimie moléculaire, biochimie...), en utilisant la méthode de diffraction neutronique pour l'étude de la matière. Les neutrons sont produits dans le réacteur, à différentes gammes d'énergie, et sont captés par des canaux dans le réacteur pour être acheminés vers des aires expérimentales.

En France, il existe deux réacteurs à faisceaux de neutrons en fonctionnement : le réacteur [Orphée](#) (INB 101) exploité par le CEA à Saclay (puissance nominale limitée à 14 MWth – mégawatt thermique), et le réacteur à haut flux – [RHF](#) (INB 67) exploité par l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble (puissance nominale limitée à 58 MWth). Ces réacteurs fonctionnent par cycle

de 50 à 100 jours environ. Les principaux enjeux de sûreté sont la maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement.

Le CEA a arrêté définitivement le réacteur Orphée fin 2019, la phase de démantèlement de ce réacteur est en cours de préparation.

• Les réacteurs « d'essais »

Les [réacteurs « d'essais »](#) sont de type piscine. Ils sont destinés à l'étude de situations accidentelles. Ils permettent de reproduire, de façon contrôlée et à petite échelle, certains accidents postulés dans la démonstration de sûreté des réacteurs électronucléaires et de mieux connaître l'évolution de paramètres physiques lors des situations accidentelles.

En France, il existe un réacteur en fonctionnement de type « d'essais », exploité par le CEA à Cadarache, [Cabri](#) (INB 24). Le réacteur, d'une puissance limitée à 25 MWth, permet de produire le flux neutronique nécessaire aux expériences. Les enjeux de sûreté sont semblables à ceux des autres réacteurs : la maîtrise de la réactivité du cœur nourricier, du refroidissement pour évacuer la puissance et le confinement des substances radioactives situées dans les crayons de combustibles composant le cœur.

Des modifications de l'installation ont été réalisées pour mettre en œuvre de nouveaux programmes de recherche afin d'étudier le comportement du combustible à haut taux de combustion lors de situations accidentelles d'insertion de réactivité. La divergence du réacteur dans sa nouvelle configuration a été autorisée en 2015. [L'ASN a autorisé, le 30 janvier 2018](#), après d'importants travaux de rénovation, le premier essai expérimental actif de la boucle à eau sous pression de l'installation.

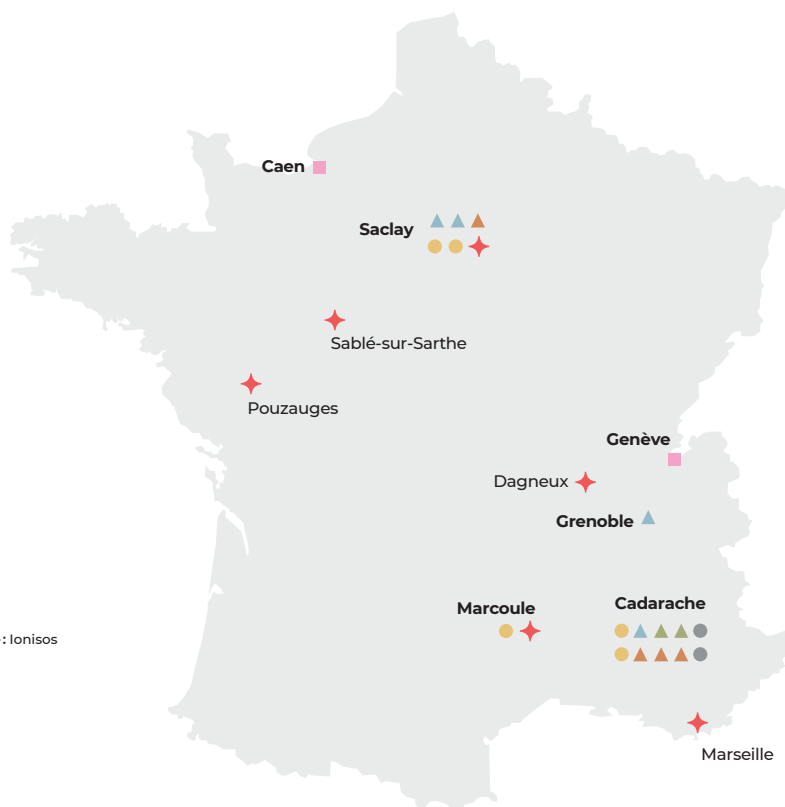
• Les réacteurs d'irradiation

Les [réacteurs d'irradiation](#) sont de type piscine. Ils permettent d'étudier les phénomènes physiques liés à l'irradiation de matériaux et de combustibles ainsi que leurs comportements. Les flux neutroniques obtenus par ces installations étant plus puissants que ceux présents dans un réacteur électronucléaire de type REP (réacteur à eau sous pression), les expériences permettent de réaliser des études de vieillissement de matériaux et composants soumis à un flux important de neutrons. Après irradiation,

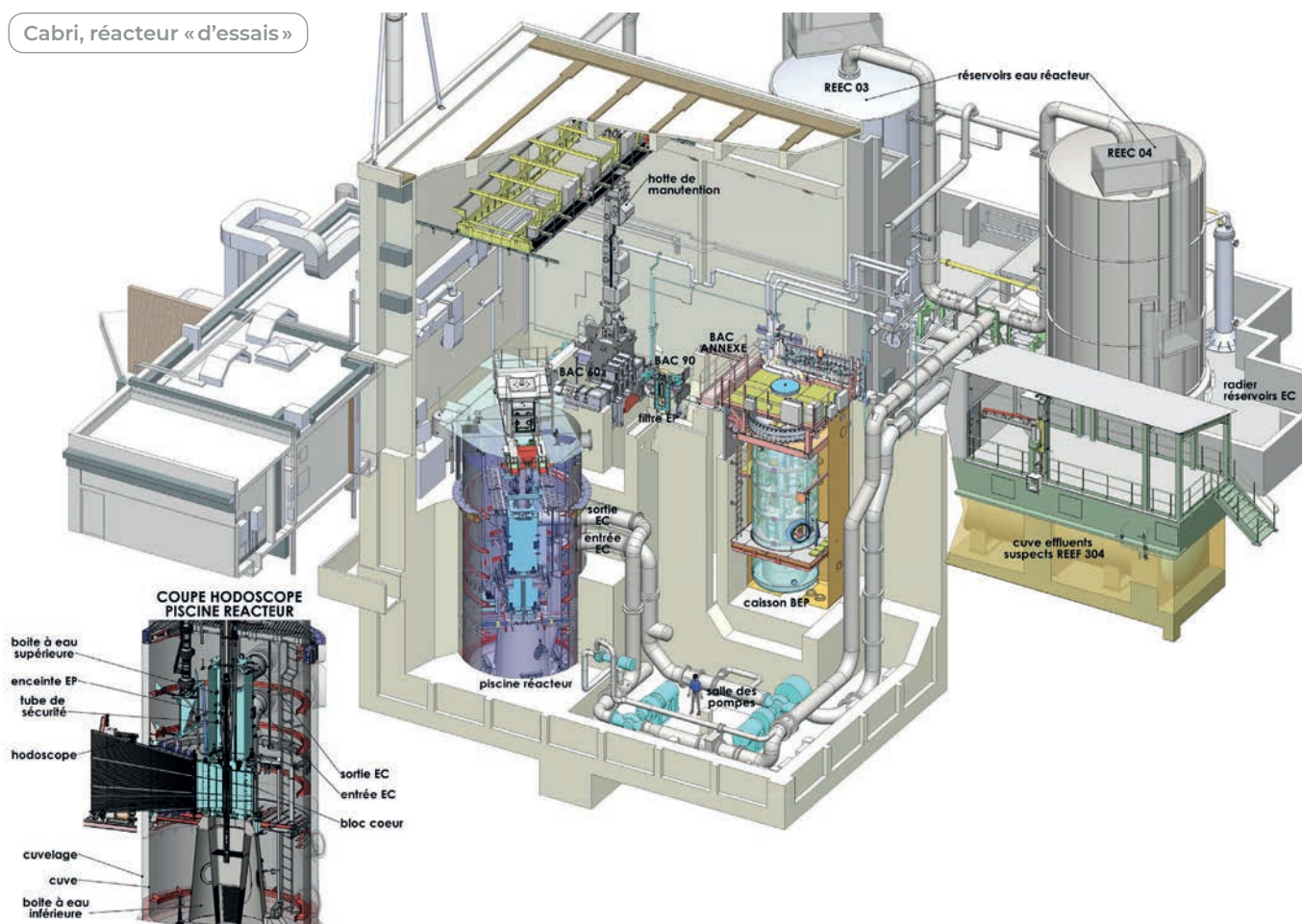
1. L'utilisation des radionucléides offre des possibilités d'analyse et de traitements médicaux : pour le diagnostic des cancers par le biais de scintigraphies et tomographies, autorisant des examens poussés d'organes en fonctionnement ou pour le traitement des tumeurs grâce à la radiothérapie, qui emploie les rayonnements des radionucléides pour détruire les cellules cancéreuses (voir chapitre 7).

Les installations de recherche en France

- ▲ Réacteurs de recherche
Cadarache: Cabri
Saclay: Orphée, Osiris
Grenoble: RHF
- ▲ Réacteurs de recherche en construction
Cadarache: ITER,
Réacteur Jules Horowitz
- ▲ Maquettes critiques et réacteur d'enseignement
Cadarache: Masurca, ÉOLE, Minerve
Saclay: ISIS
- Accélérateurs de particules
Caen: Ganil
Genève: CERN
- Laboratoires et installations industrielles diverses
Cadarache: LECA/STAR, Lefca
Saclay: LECI, UPRA
Marcoule: Atalante
- Entreposage de matières
Cadarache: Magenta, MCMF
- ◆ Installations industrielles d'ionisation
Dagneux, Pouzauges, Sablé-sur-Sarthe: Ionisos
Marseille: Gammaster
Marcoule: Gammatec
Saclay: Poséidon



Cabri, réacteur « d'essais »



les échantillons font l'objet d'examen destructifs, notamment dans des laboratoires de recherche, afin de caractériser les effets de l'irradiation. Ils constituent donc un outil important pour la qualification des matériaux soumis à un flux neutronique.

En outre, ces réacteurs de recherche sont des sources de production significatives de certains radionucléides à usage médical.

La puissance de ces réacteurs varie de quelques dizaines à une centaine de MWth. Ces réacteurs fonctionnent par cycle d'environ 20 à 30 jours.

En France, il n'existe plus de réacteurs d'irradiation technologique en fonctionnement : le réacteur [Osiris](#) (INB 40), implanté à Saclay, est définitivement arrêté depuis 2015. Le réacteur [Jules Horowitz](#) (RJH, INB 172), destiné à le remplacer, est en cours de construction.

• Les maquettes critiques

Les [maquettes critiques](#) sont des réacteurs de très faible puissance (d'une centaine de watts à quelques kilowatts). De conception simple, ils ont pour objectifs l'approfondissement des connaissances sur les caractéristiques neutroniques de matériaux et l'étude de la neutronique des cœurs des réacteurs pour la validation des outils de calcul scientifique. Les maquettes critiques sont adaptables en fonction du programme expérimental. Les cœurs sont fortement instrumentés afin de pouvoir exploiter les résultats des expériences menées.

En France, les maquettes critiques civiles, exploitées par le CEA à Cadarache, [Masurca](#) (INB 39), [ÉOLE](#) (INB 42) et [Minerve](#) (INB 95), sont définitivement arrêtées, en vue de leur démantèlement. Ces trois installations présentent ainsi aujourd'hui des enjeux limités en matière de maîtrise des risques et inconvénients.

• Les réacteurs dédiés à l'enseignement

Les réacteurs dédiés à l'enseignement sont caractérisés par de faibles puissances (de quelques centaines de watts à quelques centaines de kilowatts), permettant un accès facile à l'installation et une simplicité d'utilisation.

Le réacteur [ISIS](#), situé dans le périmètre du réacteur de recherche Osiris (INB 40), fait partie de cette famille de réacteurs. Il est définitivement arrêté, en vue de son démantèlement, depuis mars 2019. Compte tenu de leur faible puissance et de leur taille réduite, ces installations présentent des risques et inconvénients limités.

• Les réacteurs à fusion

Contrairement aux réacteurs de recherche décrits précédemment, qui mettent en œuvre des réactions de fission nucléaire, certaines installations de recherche visent à produire des réactions de fusion nucléaire.

En France, l'installation [ITER](#) (INB 174) est un projet international de [réacteur à fusion](#) en cours de construction à Cadarache. L'objectif visé par ITER est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de la fusion nucléaire par confinement magnétique d'un plasma deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (500 MW pendant 400 s).

Parmi les principaux enjeux de maîtrise des risques et inconvénients de ce type d'installation, on peut citer en particulier la maîtrise du confinement des matières radioactives (du tritium en particulier), les risques d'exposition aux rayonnements ionisants (forte activation des matériaux sous flux neutronique intense) ou l'évacuation de la puissance résiduelle des compartiments du réacteur (en particulier lors des opérations de maintenance).

1.2 Les laboratoires et installations industrielles diverses

1.2.1 Les laboratoires

Les [laboratoires](#) menant des activités de recherche et de développement pour la filière nucléaire contribuent à l'approfondissement des connaissances pour la production électronucléaire, le cycle du combustible ou encore la gestion des déchets. Ils peuvent aussi produire des radionucléides à usage médical.

• Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la protection des personnes contre les rayonnements ionisants, la prévention de la dispersion de substances radioactives, la maîtrise des risques d'incendie et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

Les principes de conception de ces laboratoires sont similaires. Des zones dédiées, dénommées « cellules blindées », permettent la manipulation de substances radioactives et la réalisation d'expérimentations, à l'aide de moyens de manutention adaptés. Ces cellules blindées sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Elles permettent également le confinement des matières radioactives, grâce à un système de ventilation et de filtres spécifiques. Le risque de criticité est maîtrisé au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux étudiés. Enfin, le risque d'incendie est géré à l'aide de dispositifs techniques (portes coupe-feu, clapets, détecteurs, équipements d'intervention...) et d'une organisation limitant la présence de matières calorifiques. La formation du personnel et une organisation rigoureuse sont, par ailleurs, des facteurs essentiels pour garantir la maîtrise de ces quatre principaux risques.

• Les laboratoires d'essais sur les combustibles et les matériaux

Une partie de ces laboratoires, exploités par le CEA, permet de réaliser diverses expérimentations sur les matériaux ou combustibles irradiés. Certains programmes de recherche ont, par exemple, pour objectif de permettre un taux de combustion plus élevé des combustibles ou d'améliorer leur sûreté. Certaines de ces installations sont également exploitées pour des activités de préparation et de reconditionnement de combustibles.

Appartiennent à cette catégorie de laboratoires :

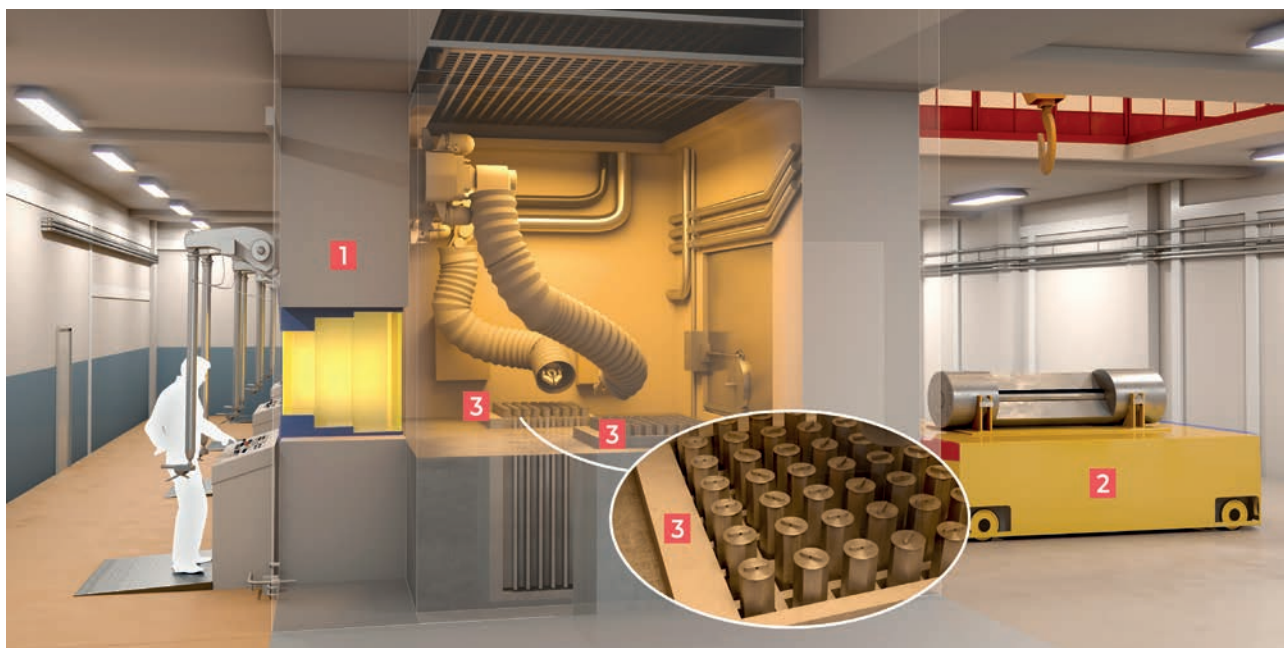
- le laboratoire d'examen des combustibles actifs ([LECA](#)), situé à Cadarache et son extension, la station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement ([STAR](#)), qui constituent l'INB 55 ;
- le laboratoire d'études et de fabrication de combustibles nucléaires avancés ([Lefca](#), INB 123), situé à Cadarache ;
- le laboratoire d'essais sur combustibles irradiés ([LECI](#), INB 50), situé à Saclay.

• Les laboratoires de recherche et de développement (R&D)

Des activités de R&D sont aussi menées pour l'industrie nucléaire dans des laboratoires sur les nouvelles technologies, notamment concernant le développement de nouveaux combustibles, leur recyclage ou encore la gestion des déchets ultimes.

L'atelier alpha et le laboratoire pour les analyses de transuraniens et études de retraitement ([Atalante](#), INB 148), situés à Marcoule et exploités par le CEA, assurent un appui technique à Orano Cycle pour optimiser le fonctionnement des usines de La Hague. Des travaux expérimentaux y sont menés pour la qualification du comportement des matrices de verres nucléaires afin de garantir les propriétés de confinement sur le long terme des colis de déchets de haute activité.

Laboratoire d'examen des combustibles actifs – LECA



1: Cellules blindées 2: Matériels roulants 3: Puits

• **L'usine de production de radioéléments artificiels (UPRA)**

L'usine de production de radioéléments artificiels ([UPRA](#)), située à Saclay et exploitée par CIS bio international, est une installation nucléaire conçue sur les mêmes principes qu'un laboratoire (zones dédiées permettant la manipulation et des expérimentations de substances radioactives, à l'aide de moyens de manutention adaptés), destinée à la fois à mener des activités de recherche et à mettre au point des radionucléides à usage médical. CIS bio international est une filiale du groupe Curium, fabricant de produits radiopharmaceutiques.

1.2.2 Les accélérateurs de particules

Certains [accélérateurs de particules](#) sont des INB. Ces installations utilisent des champs électriques ou magnétiques pour accélérer des particules chargées. Les faisceaux de particules accélérées produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'exposition aux rayonnements ionisants constitue donc le risque principal dans ce type d'installations.

• **Le Ganil**

Le Grand accélérateur national d'ions lourds ([Ganil](#), INB 113), situé à Caen, permet de mener des travaux de recherche fondamentale et appliquée, notamment en physique atomique et en physique nucléaire. Cette installation de recherche produit, accélère et distribue des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome.

• **Le CERN**

Située entre la France et la Suisse, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire ([CERN](#)) est une organisation internationale dont la mission est de mener à bien des programmes de recherche fondamentale à caractère purement scientifique concernant les particules de haute énergie. Le CERN n'exploite pas un seul accélérateur de particules pour étudier la structure de la matière, mais toute une chaîne de dispositifs (appelés parfois injecteurs). Cette chaîne comprend actuellement plusieurs accélérateurs linéaires et circulaires. Du fait de sa nature

extraterritoriale, le CERN fait l'objet de [modalités de vérifications particulières](#) de la part des autorités de sûreté française et suisse (voir chapitre 6).

1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation

Les [installations industrielles d'ionisation](#), dénommées irradiateurs, utilisent les rayons gamma émis par des sources scellées de cobalt-60 afin d'irradier des cibles dans des cellules d'irradiation. Ces cellules d'irradiation sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Les sources scellées sont soit en position basse, entreposées en piscine sous une épaisseur d'eau qui garantit la protection des travailleurs, soit en position haute pour irradier le matériel cible. L'exposition du personnel aux rayonnements ionisants constitue le risque principal dans ces installations.

Les principales applications des irradiateurs sont la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits agroalimentaires et de matières premières pharmaceutiques. Les irradiateurs peuvent aussi permettre l'étude de comportement des matériaux sous rayonnements ionisants, notamment pour qualifier des matériaux pour l'industrie nucléaire.

Ces irradiateurs sont utilisés par :

- le groupe Ionisos, qui exploite trois installations situées à [Dagneux](#) (INB 68), [Pouzauges](#) (INB 146) et [Sablé-sur-Sarthe](#) (INB 154) ;
- le groupe Steris, qui exploite les installations [Gammaster](#) (INB 147) et [Gammatec](#) (INB 170), à Marseille et à Marcoule ;
- le CEA, qui exploite l'irradiateur [Poséidon](#) (INB 77) sur le site de Saclay.

1.3 Les installations d'entreposage de matières

Les installations d'entreposage de matières, exploitées par le CEA, sont essentiellement consacrées à la conservation de matières uranifères et plutonifères fissiles non irradiées (ou faiblement irradiées) provenant d'autres installations du CEA. Cette activité permet d'alimenter les laboratoires (Atalante, Lefca...) en fonction

des expériences. Elles sont devenues, plus récemment, un exutoire temporaire des matières fissiles présentes jusque-là dans des installations désormais à l'arrêt, telles que les réacteurs de recherche (ÉOLE, Minerve, Osiris, Masurca...).

• Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la prévention de la dispersion de substances radioactives et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

La sûreté de ces installations repose sur une succession de barrières physiques statiques (murs et portes des locaux et des bâtiments) pour prévenir la dispersion de substances radioactives. Lors de la réalisation d'opérations sur ces substances, le confinement statique est, par ailleurs, assuré par des dispositifs (boîte à gants, cellule blindée) dans lesquels sont réalisées ces opérations. Ce confinement statique est complété par un confinement dynamique constitué, d'une part, d'une cascade de dépressions entre les locaux présentant des risques de dissémination de substances radioactives, d'autre part, d'une filtration des effluents gazeux rejetés dans l'environnement. La réaction en chaîne est maîtrisée au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux entreposés.

• Les installations d'entreposage dédiées

L'installation [Magenta](#) (INB 169), mise en service en 2011, exploitée par le CEA sur son site de Cadarache, est dédiée à l'entreposage de matières fissiles non irradiées ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées. Elle remplace notamment le Magasin central des matières fissiles ([MCMF](#), INB 53), définitivement arrêté fin 2017.

• Les locaux d'entreposage de matières dans les INB

D'autres locaux d'entreposage de matières radioactives, situés au sein d'une INB, sont autorisés à entreposer des matières radioactives sur site, mais dans des quantités bien inférieures à celles entreposées dans Magenta. C'est le cas, par exemple, de l'INB 55, dénommée [STAR](#), qui entrepose des combustibles usés, irradiés à la suite d'un retraitement et/ou d'un conditionnement.

1.4 Perspectives: les installations en projet

Une grande partie des installations du CEA ont été construites en support au parc nucléaire français, dans les années 60 à 70. Elles sont aujourd'hui anciennes. Le CEA envisage à terme la construction d'un nouveau laboratoire, dénommé Mosaïc, en remplacement du laboratoire LECA. Le CEA a transmis à l'ASN, fin 2019, les options de sûreté de cette nouvelle installation.

2. Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche: une approche graduée

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

Le [régime des INB](#) s'applique à plus d'une centaine d'installations en France. Ce régime concerne des installations diverses présentant des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement très différents: réacteurs nucléaires de recherche ou électronucléaires, entreposage ou stockage de déchets radioactifs, usines de fabrication ou de traitement de combustibles, laboratoires, installations industrielles d'ionisation...

Les principes de sûreté, appliqués aux installations nucléaires de recherche ou industrielles, sont similaires à ceux adoptés pour les réacteurs électronucléaires et les installations du cycle du combustible, tout en tenant compte de leurs spécificités en matière de risques et d'inconvénients. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ([décision n° 2015-DC-0523 de l'ASN du 29 septembre 2015](#)). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et ainsi renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspections et d'instructions menées par l'ASN. À titre d'exemples, les réacteurs de recherche, dénommés RHF et Cabri, sont respectivement classés en catégories 1 et 2, et l'accélérateur de particules, dénommé Ganil, est classé en catégorie 3.

2.2 Les réexamens périodiques

Le [code de l'environnement](#) impose aux exploitants de réaliser, tous les dix ans, un [réexamen périodique](#) de leur installation. Ce réexamen périodique permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser les risques ou inconvénients inhérents à l'installation en tenant compte notamment de son état, de l'expérience acquise au cours

de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. Ils sont ainsi l'occasion de remises à niveau ou d'améliorations dans des domaines où les exigences de sûreté ont évolué, notamment la résistance au séisme, la protection contre l'incendie et le confinement.

À ce jour, l'ensemble des installations nucléaires de recherche et installations diverses a fait l'objet d'un réexamen périodique. En effet, pour les installations qui n'avaient pas encore fait l'objet d'un premier réexamen, le [décret du 2 novembre 2007](#) imposait aux exploitants de remettre, au plus tard en novembre 2017, un premier rapport de réexamen. Par la suite, l'ASN a mis en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations: certaines installations méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent; d'autres installations, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée. L'instruction technique de l'ensemble de ces rapports de réexamen nécessitera plusieurs années compte tenu des spécificités propres à chacune des installations concernées.

À titre d'exemple, le CEA a réalisé, pour le 1^{er} novembre 2017, 16 réexamens périodiques et a transmis les rapports de réexamen à l'ASN. Le CEA a par ailleurs informé l'ASN qu'il souhaite lisser la charge liée à ces réexamens, au regard de son organisation et de ses moyens, en anticipant la remise de rapport de réexamen de certaines installations dans la prochaine décennie. L'ASN est favorable à cette démarche.

L'ASN a poursuivi en 2019 des inspections sur site, engagées en 2016, consacrées spécifiquement au réexamen périodique des installations. Elle constate que l'ensemble des exploitants s'approprie mieux désormais les problématiques liées au réexamen, grâce à la mise en œuvre, sur chaque site, d'une organisation transverse dédiée à ce processus.

2.3 Le retour d'expérience de Fukushima

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de [Fukushima](#), l'ASN a lancé une démarche d'évaluation complémentaire de sûreté ([ECS](#)) des installations nucléaires. La démarche consiste

à évaluer les marges de sûreté dont disposent les installations pour résister à des pertes d'alimentation électrique ou de refroidissement et à des agressions naturelles extrêmes.

L'ASN a prescrit en mai 2011 de procéder à des ECS pour les INB présentant les risques les plus importants au regard de l'accident de Fukushima (lot 1). Pour les INB du CEA (Masurca, Osiris et RJH) et du réacteur de recherche RHF (réacteur à haut flux) du lot 1, l'ASN a prescrit, en 2012, au vu des conclusions des ECS, la mise en place de dispositions organisationnelles et matérielles adaptées, appelées « [noyau dur](#) ». À la fin 2019, l'ASN estime que les travaux ont bien avancé. Elle constate notamment que les travaux d'ampleur sur le réacteur de recherche RHF sont finalisés de manière satisfaisante, avec notamment la construction de nouveaux locaux de gestion de crise robustes, un renforcement de l'étanchéité du bâtiment réacteur en cas d'inondation extrême et l'implantation ou la modification de circuits de sauvetage permettant de se prémunir des risques liés à la perte de refroidissement.

La démarche des ECS s'est poursuivie pour un deuxième groupe de 22 installations (lot 2) présentant des enjeux de sûreté moins importants. Parmi elles se trouvent l'UPRA, des installations de recherche du CEA (Atalante, Cabri, LECA et Orphée) et ITER. Les moyens de gestion de crise des centres du CEA de Cadarache, de Marcoule et de Saclay ont été examinés dans le cadre des ECS de ce deuxième lot. L'ASN a prescrit en 2015 la mise en

œuvre de nouveaux moyens pour la gestion de crise, notamment la construction ou le renforcement de centres de crise « noyau dur » résistant à des conditions climatiques extrêmes. Elle constate que ces projets ont pris du retard sur l'ensemble des centres du CEA, pour des raisons diverses et que les échéances initialement prescrites n'ont pas été respectées. Concernant le centre de Cadarache, l'ASN a accepté la demande de report d'échéance de construction des bâtiments de gestion de crise, dans la mesure où le risque principal pris en compte pour le site est associé au réacteur de recherche Jules Horowitz (RJH), dont la mise en service est retardée. Pour le centre de Saclay, l'ASN a [mis en demeure le CEA](#) le 6 septembre 2019 de lui transmettre le dossier justifiant le dimensionnement des futurs bâtiments de gestion de crise. Ce dossier a été reçu en décembre 2019. Enfin, pour le centre Marcoule, l'ASN est toujours en attente des compléments sur la tenue du bâtiment de gestion de crise, actuellement construit (confinement, accessibilité, opérabilité, habitabilité...).

Enfin, parmi la trentaine d'autres installations LUDD (laboratoires, usines, démantèlement et déchets) présentant les enjeux de sûreté les plus faibles (lot 3), l'ASN a prescrit, en 2013, aux installations du CEA (Lefca, LECI, Poséidon, Magenta et STAR), au Ganil et aux irradiateurs du groupe Ionisos et Steris, un calendrier de remise des rapports ECS qui s'étend jusqu'en 2020. Pour ces installations, les ECS seront instruites dans le cadre du réexamen périodique, comme c'est le cas actuellement pour les irradiateurs du groupe Ionisos.

3. L'appréciation des installations de recherche et industrielles diverses

Certains exploitants d'installations de recherche ou industrielles diverses n'exploitent qu'une à trois installations. Par conséquent, le bilan de l'année, pour chaque installation, est détaillé en introduction de ce rapport, par région, et accompagné de l'appréciation de l'ASN.

Le CEA assure, quant à lui, l'exploitation de nombreuses installations, de nature et aux enjeux de sûreté divers ; des réacteurs de recherche et des laboratoires qui contribuent à l'approfondissement des connaissances pour l'industrie nucléaire (centrales nucléaires, cycle du combustible, gestion des déchets) ainsi que

des installations « support » dédiées à l'entreposage de déchets ou au traitement d'effluents radioactifs. Le CEA a, par ailleurs, arrêté définitivement de nombreuses installations et se prépare à réaliser ou réalise leur démantèlement ; il construit un nouveau réacteur de recherche, qui a vocation à reprendre les activités de plusieurs réacteurs expérimentaux à l'arrêt. L'appréciation des installations en démantèlement et de gestion des déchets est également présentée dans les chapitres 13 et 14. L'appréciation globale de l'ASN sur la sûreté nucléaire des installations exploitées par le CEA est présentée en introduction de ce rapport.

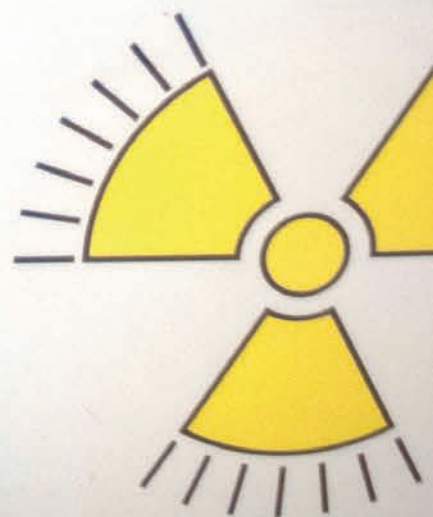
13.

LES DÉCHETS
NUCLÉAIRES

CLASSE DE
PROPRETÉ



ZONE JAUNE



**ACCÈS RÉGLÉMENTÉ
RISQUE
D'IRRADIATION**

LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE

1 Le cadre juridique et technique du démantèlement _____ 336

- 1.1 Les enjeux du démantèlement
- 1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement
 - 1.2.1 Le démantèlement immédiat
 - 1.2.2 L'assainissement complet
- 1.3 L'encadrement du démantèlement
- 1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

2 La situation des installations nucléaires en démantèlement – enjeux spécifiques _____ 339

- 2.1 Les réacteurs électronucléaires
 - 2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression
 - 2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les REP
- 2.2 Les installations de recherche
 - 2.2.1 Les laboratoires de recherche
 - 2.2.2 Les réacteurs de recherche

2.3 Les installations de l'amont du cycle du combustible nucléaire

2.4 Les installations de l'aval du cycle du combustible

2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets)

3 Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée _____ 342

3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

3.2 Le retour d'expérience de Fukushima

3.3 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement

3.4 Financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

4 Évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants _____ 345

4.1 Évaluation de la stratégie de démantèlement d'EDF

4.2 Évaluation de la stratégie de démantèlement d'Orano

4.3 Évaluation de la stratégie de démantèlement du CEA

Annexe

Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2019 _____ 347

Le démantèlement des installations nucléaires de base

Le terme de [démantèlement](#) couvre l'ensemble des activités, techniques et administratives, réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire à l'issue desquelles l'installation peut être déclassée, opération administrative consistant à retirer l'installation de la liste des installations nucléaires de base (INB). Ces activités comprennent l'évacuation des [matières radioactives et des déchets](#) encore présents dans l'installation et les opérations de démontage des matériels, composants et équipements utilisés pendant le fonctionnement. L'exploitant procède, ensuite, à l'assainissement des locaux et des sols et, éventuellement, réalise des opérations de destruction de structures de génie civil.

Les opérations de démantèlement et d'assainissement visent à atteindre un état final prédéfini pour lequel la totalité des substances dangereuses, y compris non radioactives, a été évacuée de l'installation nucléaire.

Le démantèlement d'une installation nucléaire est prescrit par décret pris après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Cette phase de vie des installations est caractérisée par une succession d'opérations souvent

longues, coûteuses, produisant des quantités massives de déchets. Les installations en démantèlement subissent des changements continus, qui modifient la nature des risques et constituent des défis pour les exploitants en matière de gestion de projets.

En 2019, 35 installations nucléaires de tous types (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, laboratoires, usine de retraitement de combustible, installations de traitement de déchets...) étaient arrêtées ou en cours de démantèlement en France, ce qui correspond à plus du quart des INB en exploitation. L'ASN instruit, au 31 décembre 2019, 18 dossiers de démantèlement d'installation définitivement arrêtée, dont le démantèlement n'a pas été encore prescrit ou dont les conditions de démantèlement sont substantiellement modifiées.

L'année 2019 a notamment été marquée par la publication des conclusions de l'instruction conjointe, par l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), du dossier de [stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives \(CEA\)](#).

1. Le cadre juridique et technique du démantèlement

1.1 Les enjeux du démantèlement

La réalisation dans les délais des opérations de démantèlement, souvent longues et coûteuses, constitue un défi pour les exploitants en matière de gestion de projet, de maintien des compétences ainsi que de coordination des différents travaux, qui font intervenir de nombreuses entreprises spécialisées. En effet, le démantèlement est plutôt caractérisé par une succession d'opérations que par un état de production, et donc par des risques évolutifs. Certains risques, notamment le risque de rejets importants hors du site, diminuent car la quantité de substances radioactives diminue. Mais les travaux réalisés, parfois au plus près des substances radioactives, présentent des enjeux de radioprotection importants pour les travailleurs. D'autres risques augmentent, comme le risque de dissémination de substances radioactives dans l'environnement ou certains risques classiques, comme les risques de chutes de charge liées aux manutentions de gros composants sur des chantiers en hauteur, d'incendies ou de brûlures lors de travaux par points chauds avec présence de matériaux combustibles, d'anoxie lors de chantiers confinés, d'instabilité de structures partiellement démontées, de risques chimiques durant les opérations de décontamination.

L'un des enjeux majeurs du démantèlement d'une installation est lié à la production d'un grand volume de [déchets](#) au regard de celui lié au fonctionnement. Il est nécessaire d'apprécier l'ampleur et la difficulté des travaux dès que possible dans la vie

des installations (dès la conception si possible), afin d'assurer le démantèlement des installations en toute sûreté et dans des délais aussi courts que possible.

Le bon déroulement des opérations de démantèlement est également conditionné par la disponibilité des installations « support » au démantèlement (installations d'entreposage, de traitement et de conditionnement des déchets, installations de traitement d'effluents) et de filières de gestion adaptées à l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits. Lorsque la disponibilité des exutoires finaux aux dates annoncées est remise en cause, les exploitants, de façon prudente, doivent mettre en place les installations nécessaires à l'entreposage sûr de leurs déchets, dans l'attente de l'ouverture de la filière de stockage correspondante. Ce point fait d'ailleurs l'objet de prescriptions dans le [décret du 23 février 2017](#) établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018 ([PNGMDR](#)) (voir chapitre 14).

L'ASN considère ainsi que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement (disponibilité des filières, gestion des flux de déchets). Ce sujet fait l'objet d'une attention particulière lors de l'évaluation des stratégies de démantèlement et de gestion des déchets établies par le CEA, EDF et Orano (voir point 4).

Les démantèlements des installations anciennes du CEA et des usines de première génération d'Orano (en particulier les usines qui ont concouru à la politique de dissuasion de la France, comme les usines de diffusion gazeuse de l'installation nucléaire de base secrète (INBS, périmètre défense) de Pierrelatte au Tricastin et l'usine UP1 de l'INBS de Marcoule) vont conduire à une production très importante de déchets de très faible activité (TFA). Cette production importante dans les décennies à venir, non anticipée et incompatible avec le dimensionnement actuel du Cires⁽¹⁾, a conduit aux travaux d'un groupe de travail du PNGMDR, dont sont issues plusieurs pistes de réflexion, dont la création d'un nouveau stockage centralisé, le recyclage éventuel de certains déchets ou leur stockage sur place (voir chapitre 14).

1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement

De nombreux facteurs peuvent influencer le choix d'une stratégie de démantèlement plutôt qu'une autre : les réglementations nationales, les facteurs socio-économiques, le financement des opérations, la disponibilité de filières d'élimination de déchets, de techniques de démantèlement, de personnel qualifié, du personnel présent lors de la phase de fonctionnement, l'exposition du personnel et du public aux rayonnements ionisants induits par les opérations de démantèlement... Ainsi, les pratiques et les réglementations diffèrent d'un pays à l'autre.

1.2.1 Le démantèlement immédiat

Le principe de démantèlement dans des délais aussi brefs que possible figure dans la réglementation applicable aux INB ([arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB). Ce principe, inscrit depuis 2009 dans la doctrine établie par l'ASN en matière de démantèlement et de déclassement des INB, a été repris au niveau législatif dans la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Cette stratégie permet notamment de ne pas faire porter le poids du démantèlement sur les générations futures, sur les plans technique et financier. Elle permet également de bénéficier des connaissances et compétences des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation, indispensables notamment lors des premières opérations de démantèlement.

La stratégie adoptée en France vise à ce que :

- l'exploitant prépare le démantèlement de son installation dès la conception de celle-ci ;
- l'exploitant anticipe le démantèlement et envoie son dossier de démantèlement avant l'arrêt du fonctionnement de son installation ;
- l'exploitant dispose de ressources financières pour assurer le financement du démantèlement, en couvrant les charges qu'il anticipe par des actifs dédiés ;
- les opérations de démantèlement se déroulent « dans un délai aussi court que possible » après l'arrêt de l'installation, délai qui peut néanmoins varier de quelques années à quelques décennies selon la complexité de l'installation.

1.2.2 L'assainissement complet

Les opérations de démantèlement et d'assainissement d'une installation nucléaire doivent conduire progressivement à l'élimination des substances dangereuses, en particulier des substances radioactives issues des phénomènes d'activation ou de dépôts, et d'éventuelles migrations de la contamination, dans les structures des locaux de l'installation, voire dans les sols du site.

La démarche de référence de l'ASN, déclinée dans sa doctrine, demande que les exploitants mettent en œuvre des pratiques de démantèlement et d'assainissement, tenant compte des meilleures connaissances scientifiques et techniques du moment et dans des conditions économiques acceptables, visant à atteindre un état final pour lequel la totalité des substances dangereuses et radioactives a été évacuée de l'INB. Dans l'hypothèse où, en fonction des caractéristiques de la pollution, cette démarche poserait des difficultés de mise en œuvre, l'ASN considère que l'exploitant doit aller aussi loin que raisonnablement possible dans le processus d'assainissement. Il doit en tout état de cause apporter les éléments, d'ordre technique ou économique, justifiant que la démarche de référence ne peut être mise en œuvre et que les opérations d'assainissement ne peuvent être davantage poussées avec les meilleures méthodes et techniques d'assainissement et de démantèlement disponibles dans des conditions économiques acceptables.

Conformément aux principes généraux de radioprotection, l'impact dosimétrique du site sur les travailleurs et le public après déclassement doit être aussi faible que raisonnablement possible (principe ALARA⁽²⁾). L'ASN n'est pas favorable à l'introduction de seuils généralisés et considère qu'il est préférable d'adopter une démarche au cas par cas en fonction de la réutilisation du site. En particulier, l'atteinte d'un seuil avec une exposition conduisant à une dose efficace annuelle de 300 µSv (microsieverts) – le tiers de la dose limite annuelle de 1 mSv (millisievert) pour le public –, pour le public n'est acceptable qu'après la démonstration de la prise en compte d'un processus d'optimisation, conformément aux textes de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) sur la libération inconditionnelle d'un site pollué par des substances radioactives.

L'ASN a ainsi mis à jour et publié en 2016 le guide relatif aux opérations d'assainissement des structures ([Guide n° 14](#), disponible sur [asn.fr](#)). Les dispositions de ce guide ont déjà été mises en œuvre pour de nombreuses installations, présentant des caractéristiques variées : réacteurs de recherche, laboratoires, usine de fabrication de combustible... L'ASN a également publié en 2016 un guide relatif à la gestion des sols pollués dans les installations nucléaires ([Guide n° 24](#), disponible sur [asn.fr](#)).

1.3 L'encadrement du démantèlement

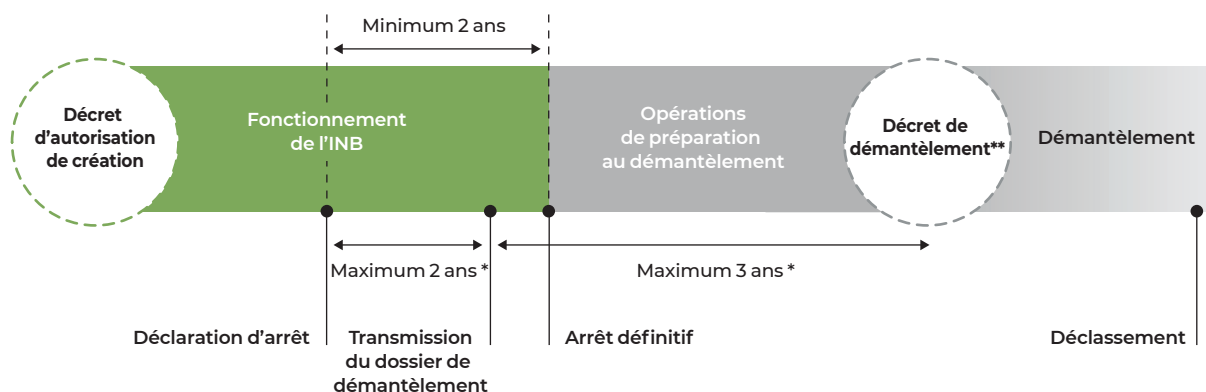
Dès lors qu'une INB est définitivement arrêtée, celle-ci doit être démantelée. Elle change donc de finalité par rapport à ce pour quoi sa création a été autorisée, le décret d'autorisation de création spécifiant notamment les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations de démantèlement impliquent une évolution des risques présentés par l'installation. En conséquence, ces opérations ne peuvent être réalisées dans le cadre fixé par le décret d'autorisation de création. Le démantèlement d'une installation nucléaire est donc prescrit par un nouveau décret, pris après avis de l'ASN. Ce décret fixe, entre autres, les principales étapes du démantèlement, la date de fin du démantèlement et l'état final à atteindre. Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN vérifie la bonne mise en œuvre des opérations de démantèlement telles que prescrites par le décret de démantèlement.

Afin d'éviter le fractionnement des projets de démantèlement et d'améliorer leur cohérence d'ensemble, le dossier de démantèlement doit décrire explicitement l'ensemble des travaux envisagés, depuis l'arrêt définitif jusqu'à l'atteinte de l'état final visé, et expliciter, pour chaque étape, la nature et l'ampleur des risques

1. Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires), ainsi dénommé depuis octobre 2012. Il a été mis en service en 2003 sous le nom de centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA).

2. Principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable - au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre).

Phases de vie d'une installation nucléaire de base



* Délai prorogeable de 2 ans dans certains cas.

** Le décret de démantèlement prend effet à la date à laquelle l'ASN approuve la révision des règles générales d'exploitation et au plus tard un an après la publication du décret.

présentés par l'installation ainsi que les moyens mis en œuvre pour les maîtriser. Ce dossier fait l'objet d'une enquête publique.

Compte tenu du fait que les opérations de démantèlement des installations complexes sont souvent très longues, le décret prescrivant le démantèlement peut prévoir qu'un certain nombre d'étapes feront l'objet, le moment venu, d'un accord préalable de l'ASN, sur la base de dossiers de sûreté spécifiques.

Le schéma ci-avant décrit la procédure réglementaire associée.

L'exploitant doit justifier dans son dossier de démantèlement que les opérations de démantèlement seront réalisées dans un délai aussi court que possible.

La phase de démantèlement peut être précédée d'une étape de préparation au démantèlement, réalisée dans le cadre de l'autorisation d'exploitation initiale. Cette phase préparatoire permet notamment l'évacuation d'une partie des substances radioactives et chimiques, ainsi que la préparation des opérations de démantèlement (aménagement de locaux, préparation de chantiers, formation des équipes...). C'est également lors de cette phase préparatoire que peuvent être réalisées les opérations de caractérisation de l'installation : cartographies radiologiques, collecte d'éléments pertinents (historique de l'exploitation) en vue du démantèlement. Le combustible d'un réacteur nucléaire peut être évacué lors de cette phase.

Le [code de l'environnement](#) prévoit que la sûreté d'une installation en phase de démantèlement, comme celle de toutes les autres INB, soit réexaminée périodiquement, au moins tous les dix ans. L'objectif de l'ASN est de s'assurer par ces [réexamens](#) que l'installation respecte les dispositions de son décret de démantèlement et les exigences de sûreté et de radioprotection associées jusqu'à son déclassement, en appliquant les principes de la [défense en profondeur](#) propres à la sûreté nucléaire.

À l'issue de son démantèlement, une INB peut être déclassée, sur décision de l'ASN homologuée par le ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle est alors retirée de la liste des INB et ne relève plus du régime concerné. L'exploitant doit notamment fournir, à l'appui de sa demande de déclassement, un dossier comprenant une description de l'état du site après démantèlement (analyse de l'état des sols, bâtiments ou équipements subsistant...) et démontrant que l'état final prévu a bien été atteint. En fonction de l'état final atteint, l'ASN peut conditionner le déclassement

d'une INB à la mise en place de servitudes d'utilité publique. Celles-ci peuvent fixer un certain nombre de restrictions d'usage du site et des bâtiments (limitation à un usage industriel par exemple) ou de mesures de précaution (mesures radiologiques en cas d'affouillement⁽³⁾...).

1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

Le [code de l'environnement](#), dans ses articles L. 594-1 à L. 594-14, définit le dispositif relatif à la sécurisation des charges nucléaires liées au démantèlement des installations nucléaires, à la gestion des combustibles usés et à la gestion des déchets radioactifs. Ce dispositif est précisé par le décret n° 2007-243 du 23 février 2007 relatif à la sécurisation du financement des charges nucléaires et par l'[arrêté du 21 mars 2007](#) relatif à la sécurisation du financement des charges nucléaires.

Il vise à sécuriser le financement des charges nucléaires, en respectant le principe « pollueur-payeur ». Les exploitants nucléaires doivent ainsi prendre en charge ce financement, par la constitution d'un portefeuille d'actifs dédiés, à hauteur des charges anticipées. Ils sont tenus de remettre au Gouvernement des rapports triennaux relatifs à ces charges et des notes d'actualisation annuelles. Le provisionnement se fait sous le contrôle direct de l'État, qui analyse la situation des exploitants et peut prescrire les mesures nécessaires en cas d'insuffisance ou d'inadéquation. L'autorité administrative compétente pour ce contrôle est la [Direction générale de l'énergie et du climat](#). Dans tous les cas, ce sont les exploitants nucléaires qui restent responsables du bon financement de leurs charges de long terme.

Ces charges se répartissent en cinq catégories :

- les charges de démantèlement, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de gestion des combustibles usés, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de reprise et conditionnement de déchets anciens, hors gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de gestion à long terme des colis de déchets radioactifs ;
- les charges de surveillance après fermeture des stockages.

L'évaluation des charges considérées doit être effectuée selon une méthode reposant sur une analyse des options raisonnablement envisageables pour conduire les opérations, sur le choix

3. L'affouillement est le creusement de fosses par des eaux courantes au niveau du lit d'un cours d'eau, des berges, des falaises ou des ouvrages d'art.

prudent d'une stratégie de référence, sur la prise en compte des incertitudes techniques et des aléas de réalisation et sur la prise en compte du retour d'expérience.

Une convention, signée entre l'ASN et la DGEC, pour le [contrôle des charges de long terme](#) par l'ASN, définit :

- les conditions dans lesquelles l'ASN produit les avis qu'elle est chargée de remettre, en application de l'article 12 du décret du

23 février 2007, sur la cohérence de la stratégie de démantèlement et de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs ;

- les conditions dans lesquelles la DGEC peut faire appel à l'expertise de l'ASN, en application de l'article 15 du même décret.

2. La situation des installations nucléaires en démantèlement – enjeux spécifiques

À la fin de l'année 2019, 35 installations sont définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement en France. Il est prévu qu'une dizaine d'installations supplémentaires soient arrêtées dans les années qui viennent (voir carte ci-après). Ces installations sont très variées (réacteurs électronucléaires, réacteurs de recherche, installations du cycle du combustible, installations support...) et les enjeux du démantèlement peuvent être très différents d'une installation à l'autre. Ces enjeux sont cependant tous liés à la quantité importante de déchets à gérer pendant le démantèlement. Les enjeux de sûreté et de radioprotection sont d'autant plus élevés que les installations contiennent des déchets historiques ; c'est le cas, en particulier, des anciennes usines de traitement de combustibles irradiés d'Orano Cycle ou des anciennes installations d'entreposage du CEA.

2.1 Les réacteurs électronucléaires

2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression

Le premier chantier de démantèlement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (REP) en France est celui du réacteur [Chooz A](#) (INB 163). Il s'agit d'un modèle réduit par rapport aux 58 réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Le démantèlement de Chooz A est autorisé par décret depuis 2007. Il présente quelques difficultés techniques particulières liées à sa construction dans une caverne ; certaines opérations sont plus complexes, telle l'extraction de gros composants comme les générateurs de vapeur. Le démantèlement de la cuve de Chooz A et de ses équipements internes est en cours et devrait se poursuivre dans les délais prescrits par le décret.

Le démantèlement des REP bénéficie d'un retour d'expérience acquis sur de nombreux projets à l'international et la conception de ces réacteurs facilite leur démantèlement par rapport à d'autres technologies de réacteur. Le démantèlement de ce type d'installation ne présente ainsi pas d'enjeu technique majeur et sa faisabilité est acquise.

Quelle que soit la durée de vie des réacteurs en fonctionnement, EDF sera confrontée au démantèlement simultané de plusieurs REP dans les prochaines années. EDF devra donc s'organiser pour industrialiser le démantèlement afin de respecter l'obligation de démantèlement de chaque installation dans un délai aussi court que possible. L'arrêt définitif de la centrale nucléaire de [Fessenheim](#) est prévu pour 2020. Il s'agira du premier des 58 REP actuellement en fonctionnement à être démantelé en France. Le démantèlement de Fessenheim constituera donc un retour d'expérience important pour EDF pour les autres REP.

2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les REP

Les réacteurs électronucléaires autres que les REP correspondent tous à des prototypes industriels. Ce sont les réacteurs de première génération de [type UNGG](#) ainsi que le réacteur à eau lourde

[EL4-D](#) sur le site de Brennilis, et les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, [Phénix](#) et [Superphénix](#).

Certains de ces réacteurs sont arrêtés depuis plusieurs décennies, ce qui a conduit à la perte de la connaissance de l'installation et de son exploitation ainsi que des compétences associées à ces réacteurs.

Le démantèlement de ces réacteurs est caractérisé par l'absence de retour d'expérience national et international.

Comme pour les REP, le démantèlement commence par le retrait du combustible nucléaire, qui permet de retirer 99 % de la radioactivité présente dans l'installation. Les puissances thermiques de ces réacteurs étant assez élevées (toutes supérieures à 250 MWth – megawatts thermiques), leur démantèlement nécessite la découpe et le retrait de pièces activées du cœur du réacteur. Des moyens téléopérés sont donc mis en œuvre dans ces zones fortement irradiantes. Compte tenu de leur caractère unique, il est nécessaire de concevoir et réaliser des opérations spécifiques et complexes pour les démanteler.

Les UNGG ont la particularité d'être des réacteurs de grandes dimensions et très massifs, nécessitant notamment des techniques de découpe et d'accès innovantes, dans des conditions d'irradiation élevées. Le démantèlement de ces réacteurs conduira EDF à gérer des volumes de déchets significatifs. L'exutoire final de certains de ces déchets est en cours de définition, comme les briques graphite pour lesquelles un stockage FA-VL est envisagé.

Le démantèlement du réacteur EL4-D (réacteur prototype à eau lourde) a été ralenti, d'une part en raison de l'absence de retour d'expérience concernant les techniques de démantèlement à mettre en œuvre, d'autre part en raison d'aléas concernant l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés ([Iceda](#), voir partie introductive et chapitre 14).

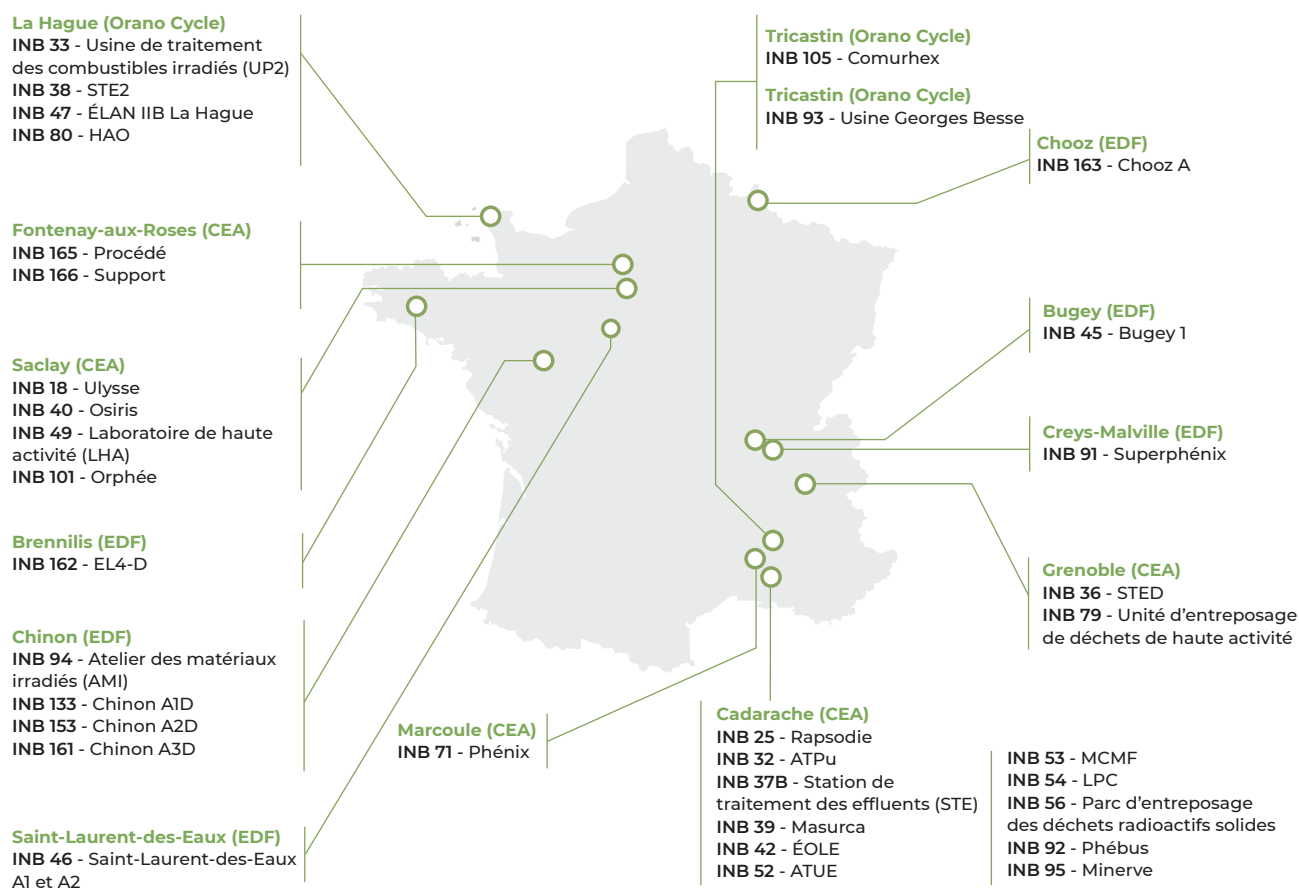
Le démantèlement des réacteurs refroidis au sodium (Phénix, Superphénix) n'est confronté à aucun obstacle technologique majeur. Les enjeux spécifiques résident principalement dans la maîtrise du risque d'incendie lié à la présence de sodium et la sûreté de ses procédés de traitement.

2.2 Les installations de recherche

2.2.1 Les laboratoires de recherche

Quatre laboratoires de recherche sont en cours de démantèlement ou en préparation au démantèlement. Il s'agit du laboratoire de haute activité ([LHA](#)) de Saclay (INB 49), du laboratoire de purification chimique ([LPC](#)) de Cadarache (INB 54), de l'atelier des matériaux irradiés ([AMI](#)) de Chinon (INB 94) et du laboratoire dénommé « [Procédé](#) » de Fontenay-aux-Roses (INB 165). Ces laboratoires ont démarré dans les années 1960 ; ils étaient dédiés à la R&D, réalisée en soutien au développement de la filière électronucléaire en France.

Carte des installations définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement au 31 décembre 2019



De façon générale, les opérations de démantèlement à réaliser dans les laboratoires de recherche avant le déclassement se font en plusieurs étapes :

- l'évacuation des déchets historiques ou anciens ;
- le démontage des équipements électromécaniques et des enceintes de confinement ;
- l'assainissement des structures et des sols pollués par les activités de l'INB, s'il y a lieu.

La déconstruction des structures et du génie civil, s'il y a lieu, peut être réalisée de manière conventionnelle après leur assainissement complet. Néanmoins, dans certains cas de structures très contaminées, il est nécessaire de réaliser cette déconstruction au cours des étapes du démantèlement, leur stabilité ne pouvant plus être garantie une fois qu'elles sont assainies. Dans ce cas, la déconstruction, réalisée avec les techniques spécifiques du nucléaire, est une étape nécessaire au déclassement.

Ces installations très anciennes sont toutes confrontées à la problématique de gestion des déchets dits « historiques », entreposés sur place à une époque où les filières de gestion n'avaient pas été mises en place : déchets MA-VL (déchets nucléaires de moyenne activité et à vie longue), déchets sans filière (par exemple : amiante, mercure...). Par ailleurs, des incidents ont eu lieu lors de leur exploitation, contribuant à l'émission de substances radioactives à l'intérieur et à l'extérieur des enceintes de confinement et à des pollutions plus ou moins importantes des structures et des sols, ce qui rend les démantèlements difficiles et longs.

Une des étapes les plus importantes, et parfois difficile du fait d'archives incomplètes, du démantèlement de ce type d'installation, consiste à établir le plus précisément possible l'inventaire

des déchets et l'état radiologique de l'installation pour définir les étapes du démantèlement et les filières de gestion des déchets. En effet, des états initiaux incomplets et une caractérisation des déchets insuffisante conduisent à devoir réviser les étapes prévues et à des difficultés de conditionnement des déchets, préjudiciables à l'avancement du démantèlement.

Lorsque les déchets sont évacués, très souvent dans des entreposages intermédiaires, et les principaux équipements démontés à distance avec les moyens de manutention existants, il est le plus souvent nécessaire, pour poursuivre les travaux de démantèlement, d'ouvrir les barrières de confinement des substances radioactives afin d'éliminer les derniers équipements de procédé ou de recherche, ainsi que les tuyauteries, en utilisant, entre autres, des moyens de découpe et des moyens de manutention plus importants. Ces derniers présentent des risques et peuvent conduire à une dissémination de la matière radioactive, source potentielle de contamination interne et externe pour les intervenants qui opèrent au plus près et doivent être protégés. Ces travaux peuvent en outre être réalisés à proximité de sources de rayonnements qui induisent des risques d'exposition externe pour les intervenants.

2.2.2 Les réacteurs de recherche

À la fin de l'année 2019, huit réacteurs expérimentaux sont définitivement arrêtés : [Rapsodie](#) (réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium), [Masurca](#) (maquette critique), [Phébus](#) (réacteur d'essai), [Osiris](#), [Orphée](#) (réacteurs de type « piscine »), [ÉOLE](#) et [Minerve](#) (maquettes critiques), [Ulysse](#) et [ISIS](#) (réacteurs d'enseignement). Tous sont en phase de préparation au démantèlement, sauf Ulysse

dont le démantèlement s'est achevé en août 2019. Ces réacteurs sont caractérisés par une puissance plus faible (de 100 Wth à 70 MWth) que pour les réacteurs électronucléaires. Leur démantèlement n'avait pas été anticipé au moment de leur conception, dans les années 1960 à 1980. Par ailleurs, l'une des problématiques majeures du démantèlement est la mémoire de la conception et de l'exploitation de l'installation. Ainsi, le maintien de compétences et la phase de caractérisation de l'installation visant à définir son état initial (état de l'installation au début du démantèlement) présentent une importance cruciale. Au moment du démantèlement, ces installations présentent généralement un faible terme source radiologique, puisque l'une des premières opérations consiste à évacuer le combustible usé lors des opérations préparatoires au démantèlement.

Les opérations de démantèlement d'un réacteur de recherche entraînent des risques évoluant rapidement du fait des nombreuses modifications de l'installation : peu à peu, les risques nucléaires laissent place aux risques industriels conventionnels, tels que le risque lié à la gestion de plusieurs chantiers simultanés, ou encore le risque chimique lors de la phase d'assainissement. L'un des principaux enjeux réside cependant dans la production importante de déchets TFA et dans leur gestion, afin d'assurer leur entreposage puis leur élimination par une filière appropriée.

Les réacteurs de recherche bénéficient d'un retour d'expérience significatif, lié au démantèlement de nombreuses installations similaires en France ([Siloé](#), [Siloette](#), [Mélusine](#), [Harmonie](#), Triton⁽⁴⁾), le réacteur universitaire de Strasbourg - [RUS](#)) et à l'international. Leur démantèlement se fait sur des durées de l'ordre de la dizaine d'années. La majorité de ces réacteurs a été démolie en filière conventionnelle après assainissement.

2.3 Les installations de l'amont du cycle du combustible nucléaire

Deux installations de l'amont du cycle du combustible en exploitation sont arrêtées. Elles sont situées sur le site du Tricastin, l'une spécialisée dans l'[enrichissement de l'uranium](#) par [diffusion gazeuse](#) (INB 93), l'autre dans la conversion de l'uranium (INB 105) et sont en phase de préparation au démantèlement. Par ailleurs, deux installations ([ex-INB 65 et 90](#)), qui constituaient l'ancienne [usine de fabrication de combustibles nucléaires](#) de Veurey-Voroize, exploitée par la Société industrielle du combustible nucléaire (SICN) appartenant au groupe Orano, ont été déclassées en 2019, après l'achèvement des opérations de démantèlement et d'assainissement des structures, accompagné d'une démolition quasi-totale des bâtiments.

Les matières radioactives mises en œuvre lors du fonctionnement de ces usines étaient uniquement des substances uranifères. Une des spécificités de ces installations réside dans la présence de contamination radioactive liée à la présence d'isotopes de l'uranium, émetteurs de particule « alpha ». Les enjeux de radioprotection sont donc en grande partie liés au risque de [contamination interne](#).

Par ailleurs, ces installations sont également des installations anciennes, dont l'historique de fonctionnement est mal connu. La détermination de l'état initial, et notamment des pollutions présentes dans les sols sous les structures, demeure donc un enjeu important. De plus, les procédés industriels mis en œuvre à l'époque impliquaient l'utilisation de substances chimiques toxiques en quantités importantes (uranium, trifluorure de chlore ou fluorure d'hydrogène par exemple) : le confinement de ces substances chimiques représente donc également un enjeu sur ces installations.

2.4 Les installations de l'aval du cycle du combustible

Les installations de l'aval du cycle du combustible sont constituées des piscines d'entreposage des combustibles usés, des usines de traitement des combustibles usés et des entreposages des déchets du procédé de traitement. Ces installations, exploitées par Orano Cycle, sont situées sur le site de [La Hague](#).

La première installation de traitement de La Hague a été mise en service en 1966, initialement pour le traitement du combustible des réacteurs de première génération UNGG. Cette installation, l'INB 33, dénommée [UP2-400](#), pour « unité de production 2-400 tonnes » (la première usine de traitement aujourd'hui en démantèlement est UP1, située dans l'INBS de Marcoule), a été définitivement arrêtée le 1^{er} janvier 2004 avec ses ateliers supports : la station de traitement des effluents [STE2](#) et l'atelier de traitement des combustibles usés [AT1](#) (INB 38), l'atelier de fabrication de sources radioactives [ELAN IIB](#) (INB 47) et l'atelier « haute activité oxyde » ([HAO](#)), créé pour le traitement des combustibles des réacteurs à « eau légère » (INB 80).

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne que produisent les usines en fonctionnement [UP2-800](#) et [UP3-A](#), la majeure partie des déchets produits par la première usine de retraitement ont été entreposés sans être traités ni conditionnés. Le démantèlement se fait donc en parallèle des opérations de reprise et conditionnement des déchets anciens (RCD). Ces déchets sont très irradiants et sont composés des éléments de structure issus du traitement de combustibles, de déchets technologiques, de gravats, de terres, de boues. Certains déchets ont été entreposés en vrac, sans tri préalable. Les opérations de reprise nécessitent donc des moyens de préhension téléopérés, des systèmes de convoyage, de tri, des systèmes de pompage des boues et de conditionnement des déchets. Le développement de ces moyens et la réalisation des opérations dans des conditions acceptables de sûreté et de radioprotection constituent un enjeu majeur pour l'exploitant. Ces opérations pouvant durer plusieurs décennies, la maîtrise du vieillissement est aussi un défi. Tenant compte des quantités, des formes physico-chimiques, de la radiotoxicité des déchets contenus dans ces ateliers, l'exploitant doit développer des moyens et des compétences faisant appel à des techniques d'ingénierie complexes (radioprotection, chimie, mécanique, électrochimie, robotique, intelligence artificielle...). Actuellement, une dizaine de projets de ce type sont en cours dans les ateliers anciens. Ils vont se dérouler sur plusieurs décennies et sont un préalable au démantèlement complet de ces ateliers, alors que le démantèlement des parties de procédé de l'usine se poursuit avec des techniques plus classiques.

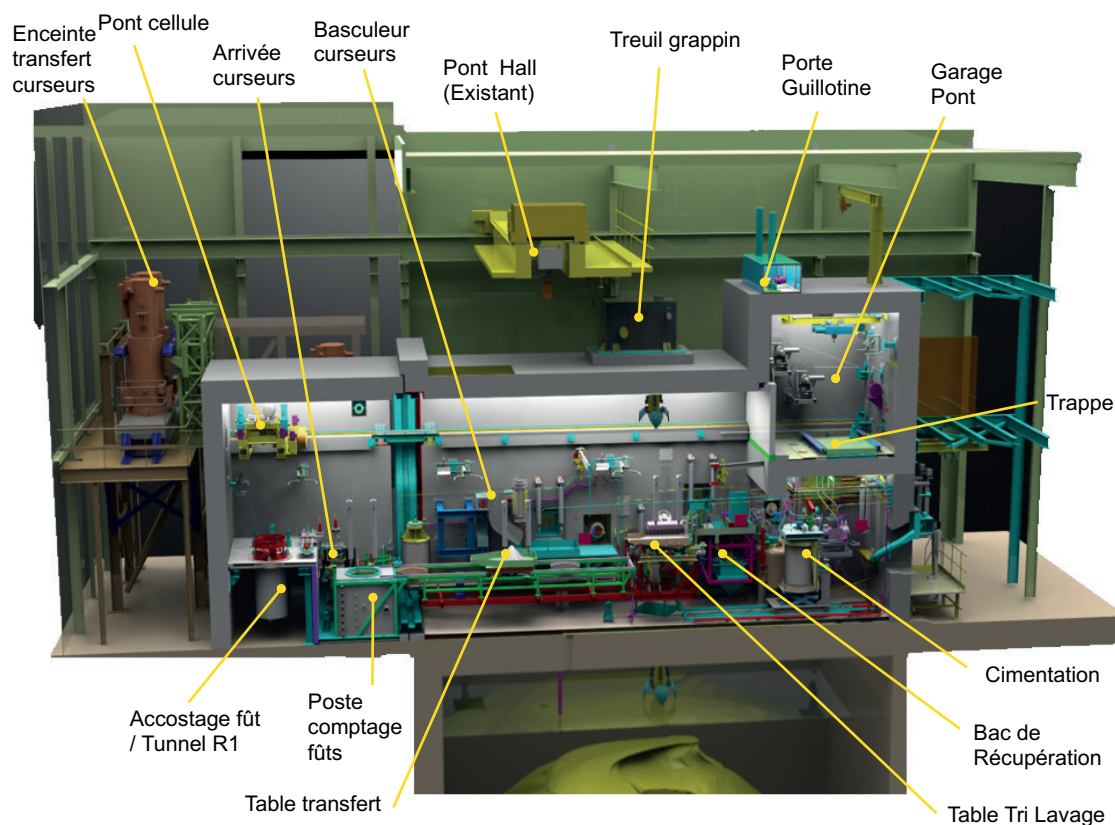
2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets radioactifs)

Un bon nombre de ces installations, la plupart mises en service dans les années 1960, dont le niveau de sûreté n'est pas conforme aux meilleures pratiques actuelles, ont été arrêtées.

S'agissant des anciennes installations d'entreposage, elles n'ont pas initialement été conçues pour permettre l'évacuation de leurs déchets et, pour certaines, le stockage de ces déchets y était envisagé comme définitif. À titre d'exemples, l'on peut citer les silos de Saint-Laurent-des-Eaux ([INB 74](#)), les silos de l'usine Orano Cycle de La Hague (silos 115 et 130 dans l'[INB 38](#), silo HAO dans l'[INB 80](#)), les fosses et tranchées de l'[INB 56](#), les puits de l'[INB 72](#) et de l'[INB 166](#). La reprise des déchets y est complexe et s'étendra sur plusieurs décennies. Les déchets doivent être

4. Triton fut l'un des premiers réacteurs de recherche très compacts et très souples de type piscine dénommés « MTR » (Material Test Reactor). Triton (6,5 MWth) fut implanté en 1959, à Fontenay-aux-Roses.

Cellule de reprise des déchets du silo HAO et des piscines du stockage organisé des coques (SOC) de l'INB 80



ensuite conditionnés et ré-entreposés dans de bonnes conditions de sûreté. De nouvelles installations de conditionnement et d'entreposage sont ainsi en projet ou en cours de construction.

S'agissant des stations de traitement des effluents (STE), qui procédaient également au conditionnement des concentrats, le vieillissement de ces installations ou l'arrêt du fonctionnement des installations productrices d'effluents a conduit à l'arrêt de ces STE. À titre d'exemple, on peut citer la STED (station de traitement des effluents et des déchets radioactifs) de FAR, l'INB 37- B de Cadarache, la STE2 de l'usine de La Hague et la STE de Brennilis. Les difficultés associées au démantèlement des STE dépendent étroitement des conditions de l'arrêt de ces dernières, en particulier de leur vidange et du rinçage des cuves.

Les difficultés majeures associées au démantèlement des installations support sont les suivantes :

- la méconnaissance de l'historique d'exploitation et de l'état de l'installation à démanteler qui nécessite la caractérisation pré-

alable des déchets anciens et des analyses de prélèvement de boues ou dépôts dans les cuves des STE. Cette caractérisation nécessite, d'une part, le développement de méthodes et la mise en œuvre d'équipements spécifiques pour réaliser les prélèvements, d'autre part, la disponibilité de laboratoires d'analyse ;

- la difficulté d'accès aux déchets pour permettre leur reprise qui n'était pas prise en compte à la conception (silos, tranchées, fosses bétonnées, exigüité des locaux...), nécessitant la construction coûteuse d'infrastructures conformes aux exigences de sûreté actuelles et conduisant à des durées de reprise longues et à des aléas ;
- la prise en compte de la dégradation des barrières de confinement, par exemple la corrosion de fûts de déchets ou de pollution des sols résultant d'événements significatifs survenus lors de l'exploitation.

3. Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée

3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

L'ASN assure le contrôle des installations en démantèlement, comme elle le fait pour les installations en fonctionnement. En particulier, le [régime des INB](#) s'applique également aux installations arrêtées définitivement. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre

décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ([décision n° 2015-DC-0523 de l'ASN du 29 septembre 2015](#)). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et ainsi renforcer celui des installations à enjeux importants en matière d'inspections et de profondeur des instructions menées par l'ASN.

Les enjeux associés à ces installations en démantèlement diffèrent de ceux en fonctionnement. Par exemple, les risques de rejets

importants hors du site diminuent avec l'avancement du projet de démantèlement car la quantité de substances radioactives décroît. Les exigences associées aux dispositifs permettant de maîtriser les risques associés aux opérations de démantèlement ont donc tendance à décroître avec l'avancement des projets de démantèlement. L'ASN considère qu'il n'est généralement pas opportun d'engager des travaux de renforcement aussi importants sur une installation en démantèlement que sur une installation en fonctionnement, à condition que le démantèlement soit effectivement réalisé et qu'il conduise à une réduction des sources de danger dans des délais courts.

3.2 Le retour d'expérience de Fukushima

Afin de prendre en compte le retour d'expérience (REX) de l'accident nucléaire survenu à la centrale nucléaire de [Fukushima](#), au Japon, l'ASN a demandé aux exploitants d'INB de procéder à des évaluations complémentaires de sûreté (ECS), y compris pour les installations en démantèlement.

La démarche des ECS a été cadencée en trois lots en fonction des enjeux de sûreté des installations. Les installations en démantèlement sont essentiellement dans les lots 2 et 3.

Pour les installations du lot 2, les évaluations post-Fukushima ont conduit l'ASN à demander l'évacuation de substances radioactives ou des renforcements des moyens de gestion de crise sur des centres qui présentent souvent aussi des installations en fonctionnement (voir chapitres 11 et 12).

Pour les installations civiles en démantèlement, les principaux enjeux concernent les installations du site de La Hague. Par exemple, l'exploitant a mis en place des dispositions opérationnelles pour l'extinction d'un incendie dans le silo 130 à la suite d'un séisme « noyau dur⁵ ». Le silo 115 doit également faire l'objet d'une sécurisation incendie ; l'ASN a demandé à l'exploitant d'étudier des dispositions permettant d'accélérer la mise en œuvre de ce programme.

La prise en compte du REX de l'accident de Fukushima pour les installations présentant des risques plus limités sera évaluée par l'ASN à l'occasion des prochains réexamens périodiques. Enfin, les installations dont le démantèlement est très avancé et le déclassement proche ne justifient pas de procéder à des ECS.

3.3 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement

L'examen de conformité vise notamment à s'assurer que les évolutions de l'installation dues aux travaux de démantèlement ou à son vieillissement ne remettent pas en cause sa conformité aux dispositions prévues dans les textes réglementaires et son référentiel technique.

Compte tenu de la diversité des installations et des situations concernées, chaque réexamen demande une instruction spécifique de l'ASN. L'ASN met en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations : certaines installations méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent et peuvent faire l'objet d'un examen par le Groupe permanent d'experts pour les démantèlements (GPDEM) mis en place en 2018. D'autres installations, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée.

Lorsqu'une installation est à l'arrêt définitif et que son dossier de démantèlement doit être transmis au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASN, le dépôt simultané du dossier de démantèlement et du rapport de conclusion du réexamen est

une bonne pratique. L'instruction des deux dossiers peut ainsi être menée de manière conjointe.

En 2019, l'ASN a poursuivi l'instruction des rapports de réexamen d'une vingtaine d'installations en démantèlement reçus depuis 2015. Des inspections sur le thème du réexamen périodique ont eu lieu en 2019 sur trois installations en démantèlement. Ces inspections permettent de contrôler les moyens mis en œuvre par l'exploitant pour mener son réexamen ainsi que le suivi du plan d'action résultant de ses conclusions. Elles ont fait l'objet de différentes demandes d'actions correctives et de compléments.

3.4 Financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

Le cadre réglementaire de la sécurisation des fonds nécessaires à la gestion des charges de long terme pour le démantèlement et la gestion des déchets est présenté au point 1.4.

Le 8 juin 2017, l'ASN a publié l'[avis n° CODEP-CLG-2017-022588](#) relatif à l'instruction des rapports triennaux remis en 2016 par les exploitants, portant sur les comptes clôturés fin 2015.

Concernant la méthodologie d'évaluation, l'ASN avait constaté un niveau de détails inégal des rapports remis. En particulier, le rapport triennal d'EDF ne présentait pas les informations suffisantes pour que l'ASN prenne position. Ainsi, EDF ne présentait pas l'évaluation de ses charges réacteur par réacteur, alors que certaines situations montraient des spécificités (prise en compte de l'historique d'exploitation, de l'assainissement des structures et des sols...). Les éléments apportés ne permettaient pas non plus d'apprécier les gains envisagés par le retour d'expérience acquis dans le démantèlement de réacteurs technologiquement similaires.

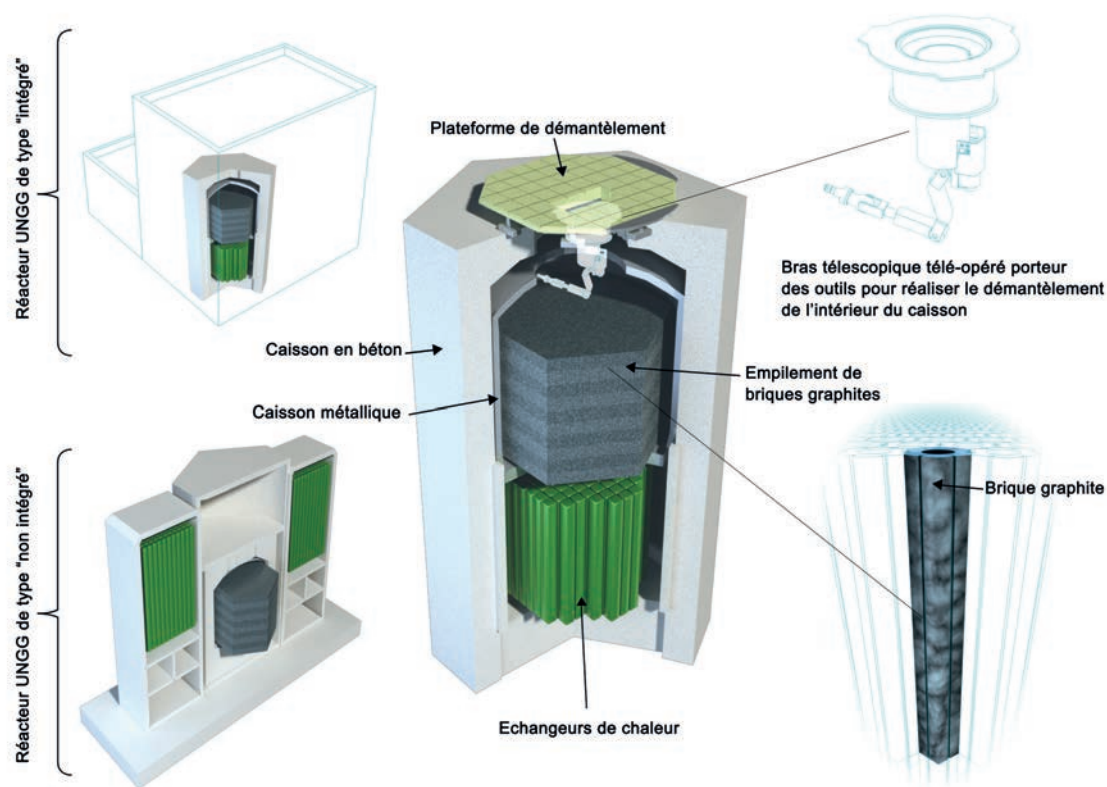
L'ASN avait également relevé que certains scénarios de démantèlement reposaient sur la disponibilité, au moment requis, d'installations de traitement de déchets radioactifs et de combustibles usés et avait rappelé la nécessité d'évaluer l'impact de l'indisponibilité de ces installations à la date envisagée. L'ASN recommandait que les exploitants prennent en compte explicitement et précisent, pour ces installations à créer, les hypothèses relatives à leur construction, à leur fonctionnement et à leur démantèlement. Concernant l'assainissement des structures de génie civil et des sols, l'ASN notait que peu d'exploitants prenaient suffisamment en compte le coût de l'assainissement des sols dans leur évaluation.

Enfin, l'ASN relevait que la prise en compte des modifications des installations, issues notamment des études complémentaires de sûreté ou des travaux de poursuite d'exploitation (réexamens périodiques et « grand carénage » d'EDF), n'était généralement pas explicite.

Les exploitants actualisent annuellement ces évaluations. L'ASN a mené une instruction de la note d'actualisation remise en 2018. Comme précédemment, l'ASN a noté que certaines opérations préparatoires au démantèlement n'étaient pas couvertes par des actifs dédiés. Or, l'ASN estime que toutes les opérations réalisées après l'arrêt définitif devraient être sécurisées par la constitution d'actifs dédiés. L'ASN souligne sur cet exercice l'attention à porter au chiffrage des incertitudes liées à la gestion des matières (uranium appauvri et de retraitement, thorium) et de certains déchets radioactifs (déchets bitumés, déchets de faible activité à vie longue - FA-VL). L'ASN a également indiqué que l'état des pollutions et les plans de gestion associés devraient faire l'objet d'une analyse explicite.

5. Séisme pris en compte pour les équipements constituant le « noyau dur » des installations. Le terme de « noyau dur » a été défini après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima afin d'identifier des équipements ultimes permettant la maîtrise des fonctions vitales de sûreté en cas de situation extrême (séisme, vents, tornade, inondations extrêmes...).

Démarche exploratoire de l'ASN pour développer le contrôle de projet de démantèlement



L'avancement des projets de démantèlement, qui conduisent à une réduction progressive des risques sur l'installation, constitue un enjeu de sûreté majeur pour les installations arrêtées. Afin d'évaluer la capacité de l'exploitant à mettre en œuvre ses projets de démantèlement ou de reprise et de conditionnement des déchets anciens (RCD) dans le respect des échéances prescrites, l'ASN a développé une démarche exploratoire de contrôle de l'avancement des projets de démantèlement ou de RCD, permettant d'évaluer conjointement la maîtrise de l'échéancier, du périmètre et des coûts, ces trois dimensions étant interdépendantes dans un projet. S'agissant de l'évaluation des coûts et considérant la compétence de la DGEC en matière de contrôle de la réglementation relative à la sécurisation du financement des charges de long terme, l'ASN l'a associée dès le début dans cette démarche de contrôle.

Après avoir tiré un premier retour d'expérience de contrôles de l'avancement de projets initiés par la division de l'ASN de Caen depuis 2016 sur les installations arrêtées du site d'Orano La Hague, l'ASN a mis en 2019, avec la DGEC, cette démarche exploratoire, qui a nécessité en premier lieu un approfondissement de la connaissance du référentiel et de l'organisation de conduite des projets d'Orano. L'ASN souligne l'attitude proactive de l'exploitant, qui s'est inscrit dans cette démarche de manière volontaire, en facilitant les échanges lors de réunions de travail.

En octobre 2019, l'ASN a réalisé une inspection de revue du projet DFG (déchets de faible granulométrie) sur l'INB 33 d'Orano La Hague (usine UP2-400). Ce projet

consiste en la reprise de résidus de filtration entreposés dans des décanteurs, cellules et fosses de l'ancienne usine, leur transfert et conditionnement dans un bâtiment neuf comportant un procédé de traitement de cimentation homogène des déchets. Ce projet est un projet complexe qui se distingue d'un projet simple par le nombre d'interfaces entre le projet et les installations existantes, par les incertitudes sur les équipements existants à réutiliser, par les incertitudes sur la faisabilité du procédé et des colis et par l'enjeu d'une installation et de procédé neufs à construire et à mettre en service.

Cette inspection de revue a été réalisée avec la DGEC, l'IRSN ainsi que le cabinet Cleanuc, expert en gestion de projets complexes. Cette inspection a confirmé l'apport de nouvelles méthodes de contrôle appliquées à un projet complexe de démantèlement. Elle a permis par ailleurs de mieux mesurer les difficultés de nombreux sujets à enjeux et d'identifier des axes structurants d'amélioration.

De plus, les résultats de cette démarche exploratoire ont permis d'identifier des modalités, encore à l'état de test, d'information d'Orano envers les autorités sur l'avancement de ses projets, via notamment le développement de nouveaux outils de suivi de projet.

En 2020, l'ASN évaluera l'efficacité des évolutions mises en place à la suite de cette inspection, notamment concernant le suivi de l'avancement des projets chez Orano. L'ASN déploiera également cette démarche exploratoire à EDF et au CEA, avec les mêmes objectifs afin de pouvoir tirer un retour d'expérience plus global.

4. Évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants

Dans un contexte où de nombreuses installations sont arrêtées depuis plusieurs décennies, avec une connaissance de l'installation et de son historique d'exploitation partiellement perdue, des structures vieillissantes et parfois une quantité importante de déchets encore présente, l'avancement des projets de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées. Or, l'ASN a constaté que la plupart des projets de démantèlement prenaient des retards importants. L'ASN demande donc au CEA, EDF et Orano de présenter périodiquement leur stratégie de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs, ce qui permet de disposer d'une vision intégrée des projets de démantèlement, et des exutoires disponibles ou à créer pour l'évacuation des déchets produits pendant les opérations de démantèlement.

En ce qui concerne le démantèlement, les exploitants doivent notamment justifier, principalement par des analyses de sûreté, les opérations prioritaires. Cette hiérarchisation permet de contrôler que, même si certains projets connaissent des retards conséquents, les moyens les plus importants seront consacrés aux opérations à plus fort enjeu.

En ce qui concerne la gestion des déchets radioactifs, l'ASN vérifie la cohérence avec le cadre réglementaire et les orientations du [PNGMDR](#). L'ASN examine tout particulièrement les parades en cas d'aléas sur une installation de gestion des déchets et la crédibilité des échéances annoncées par les exploitants. Elle s'assure que les exploitants anticipent les études de sûreté des colis et de faisabilité des procédés de conditionnement. L'ASN contrôle également la disponibilité des filières de déchets envisagées ainsi que des moyens support (emballages de transport, installations de traitement et d'entreposage...) qui conditionnent en pratique la pérennité de la stratégie de démantèlement.

L'ASN a pris position en 2019 sur les [dossiers de stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA](#) et a mis en consultation sa décision relative au dossier de justification du changement de [stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG d'EDF](#). Elle prendra position sur celui d'Orano en 2020. Le contexte et les premières conclusions des instructions menées sont détaillés ci-après.

4.1 Évaluation de la stratégie de démantèlement d'EDF

Le premier dossier relatif à la stratégie de démantèlement des réacteurs définitivement à l'arrêt d'EDF (Chinon A1, A2, A3, Saint-Laurent A1 et A2, Bugey 1, EL4-D, Chooz A et Superphénix) a été transmis en 2001 à la demande de l'ASN. Le démantèlement immédiat avait été retenu comme stratégie de référence. Cette stratégie a été régulièrement mise à jour, afin notamment d'ajuster le calendrier de démantèlement, d'y intégrer les études complémentaires demandées par l'ASN et des éléments relatifs au démantèlement futur du parc des réacteurs en fonctionnement.

Pour les six réacteurs de première génération de type UNGG (Chinon A1-A2 et A3, Saint-Laurent A1 et A2 et Bugey 1), EDF a annoncé à l'ASN, en mars 2016, un changement complet de stratégie remettant en cause la technique utilisée pour réaliser le démantèlement de ces réacteurs et le cadencement des démantèlements. Le passage à un démantèlement du caisson du réacteur « en air » au lieu de « sous eau » prévu initialement, la modification des durées de démantèlements envisagées et le changement du premier réacteur UNGG à démanteler (Chinon A2 au lieu de Bugey 1), conduisent à retarder le démantèlement de l'ensemble des réacteurs UNGG de plusieurs décennies. Cette nouvelle stratégie prévoit la mise en œuvre d'un démonstrateur industriel visant à qualifier la faisabilité des opérations pendant

le démantèlement du caisson des réacteurs « en air ». Une fois la qualification acquise (d'ici une dizaine d'années), EDF propose de réaliser le démantèlement complet d'un premier caisson de réacteur (Chinon A2), de capitaliser le retour d'expérience sur ce premier démantèlement puis de débiter, entre 2060 et 2070, le démantèlement des caissons des cinq autres réacteurs. L'ASN a établi des projets de décision et les a soumis à consultation du public. L'ASN considère dans ce projet de décision qu'il est justifié qu'EDF développe un démonstrateur industriel avant le démantèlement des caissons des réacteurs et acceptable qu'EDF prenne en compte un retour d'expérience partiel sur une durée raisonnable. Pour autant, les délais de chacune des phases ont vocation à être réinterrogés périodiquement et ils pourront être revus s'il apparaît dans les décennies à venir que des optimisations de ce scénario sont possibles.

Concernant les autres installations d'EDF arrêtées (notamment Chooz A, l'AMI Chinon, EL4-D, Superphénix) leur démantèlement est en cours et l'imposition d'un démantèlement dans un délai aussi court que possible est globalement respectée.

4.2 Évaluation de la stratégie de démantèlement d'Orano

Le démantèlement d'installations anciennes constitue un enjeu majeur pour Orano, qui doit mener, à court, moyen et long termes, plusieurs projets de démantèlement de grande envergure (usine UP2-400 de La Hague, usine Eurodif Production, installations individuelles de l'INBS de Pierrelatte...). La mise en œuvre du démantèlement est étroitement liée à la stratégie de gestion des déchets radioactifs, compte tenu de la quantité et du caractère non standard et difficilement caractérisable des déchets produits lors des opérations antérieures d'exploitation ainsi que celles actuelles lors du démantèlement.

Par ailleurs, Orano doit réaliser, dans des installations anciennes d'entreposage, des opérations particulières de RCD. Des échéances de réalisation ont été prescrites par l'ASN, en particulier pour le site de La Hague. La réalisation de ces opérations de RCD conditionne, par ailleurs, la progression du démantèlement sur l'usine UP2-400, la RCD figurant parmi les premières étapes du démantèlement de l'usine. Les chantiers de RCD revêtent une importance particulière, compte tenu de l'inventaire de substances radioactives présentes et du caractère ancien des installations les entreposant, qui ne répondent plus aux normes de sûreté actuelles. Les projets de RCD se caractérisent, de plus, par une complexité importante du fait des interactions avec les usines en fonctionnement et le site.

Orano a transmis en juin 2016, à la demande de l'ASN et de l'ASND, sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets. Le dossier comprend également la déclinaison de cette stratégie sur les sites de La Hague et du Tricastin. Le site du Tricastin inclut une INBS, d'où une démarche de contrôle conjointe d'Orano par l'ASN et l'ASND. L'ASN estime qu'Orano doit renforcer sa capacité à prioriser les opérations en fonction des enjeux des installations à démanteler et à en maîtriser les délais. Par ailleurs, les moyens humains et techniques d'Orano doivent être renforcés pour respecter les échéances des opérations projetées.

L'ASN et l'ASND ont mobilisé une expertise importante pour l'instruction de cette stratégie et prendront position en 2020 sur ce dossier.

4.3 Évaluation de la stratégie de démantèlement du CEA

La stratégie de démantèlement du CEA est présentée dans les faits marquants du présent rapport.

Compte tenu du nombre et de la complexité des opérations à réaliser pour l'ensemble des installations nucléaires concernées, le CEA vise, en priorité, à réduire le « terme source mobilisable » (TSM)⁶ actuellement très important dans certaines installations, en particulier dans certaines installations individuelles de l'INBS de Marcoule ainsi que dans les INB 72 (située à Saclay) et 56 (située à Cadarache).

Dans leur avis du 27 mai 2019, l'ASN et l'ASND ont considéré qu'il était acceptable, compte tenu des moyens alloués par l'État, et du nombre important d'installations en démantèlement, pour lesquelles des capacités de reprise de déchets anciens, ainsi que d'entreposage, devront être construites, que le CEA envisage un échelonnement des opérations de démantèlement et que la priorité soit accordée aux installations aux plus forts enjeux de sûreté. Les autorités ont souligné qu'au vu des calendriers prévisionnels présentés, la réduction des risques ne serait pas effective, même en l'absence d'aléas et de retards sur les projets, avant une dizaine d'années.

Concernant les installations classées comme étant de priorité moindre, les autorités ont demandé au CEA de définir, d'une part, les actions d'amélioration de la sûreté et de la protection de l'environnement, résultant notamment des réexamens périodiques, d'autre part, les principes de surveillance, d'entretien et d'exploitation retenus pour maintenir ces installations dans un état de sûreté suffisant, une fois le TSM évacué, et ce, pendant des décennies, jusqu'à leur déclassement.

Dans leur avis, les autorités attirent également l'attention sur le fait que la priorité accordée aux opérations de démantèlement des installations à forts enjeux de sûreté nécessitera, notamment pour les installations de priorité moindre, des demandes justifiées pour la modification des conditions du démantèlement qui ont été prescrites.

6. Le terme source mobilisable (TSM) correspond à la quantité d'activité susceptible d'être impliquée dans un incident ou un accident. Il est établi à partir du « terme source » (activité de l'ensemble des substances radioactives présentes dans l'installation), pondéré par des facteurs liés à :

- la dispersabilité de la matrice (en fonction du blocage ou non des substances radioactives dans les matériaux et de la nature de la matrice de blocage),
- l'efficacité des barrières de confinement (en fonction de la tenue au séisme du bâtiment et de la disponibilité opérationnelle ou non de la ventilation),
- la sensibilité du terme source aux risques externes (le scénario accidentel retenu est un séisme cumulé à un incendie),
- la radiotoxicité de l'inventaire (spectre β - γ , tritium ou α).

Annexe

Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2019

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
IDE Fontenay-aux-Roses (FAR)	(ex-INB 10)	Réacteur (500 kWth)	1960	1981	1987 : retiré de la liste des INB	Démantelé
Triton FAR	(ex-INB 10)	Réacteur (6,5 MWth)	1959	1982	1987 : retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Démantelé
ZOÉ FAR	(ex-INB 11)	Réacteur (250 kWth)	1948	1975	1978 : retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Confiné (musée)
Minerve FAR	(ex-INB 12)	Réacteur (0,1 kWth)	1959	1976	1977 : retiré de la liste des INB	Démonté à FAR et remonté à Cadarache
EL2 Saclay	(ex-INB 13)	Réacteur (2,8 MWth)	1952	1965	Retiré de la liste des INB	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
EL3 Saclay	(ex-INB 14)	Réacteur (18 MWth)	1957	1979	1988 : retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
Mélusine Grenoble	(ex-INB 19)	Réacteur (8 MWth)	1958	1988	2011 : retiré de la liste des INB	Assaini
Siloé Grenoble	(ex-INB 20)	Réacteur (35 MWth)	1963	2005	2015 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Siloette Grenoble	(ex-INB 21)	Réacteur (100 kWth)	1964	2002	2007 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Peggy Cadarache	(ex-INB 23)	Réacteur (1 kWth)	1961	1975	1976 : retiré de la liste des INB	Démantelé
César Cadarache	(ex-INB 26)	Réacteur (10 kWth)	1964	1974	1978 : retiré de la liste des INB	Démantelé
Marius Cadarache	(ex-INB 27)	Réacteur (0,4 kWth)	1960 à Marcoule, 1964 à Cadarache	1983	1987 : retiré de la liste des INB	Démantelé
Le Bouchet	(ex-INB 30)	Traitement de minerais	1953	1970	Retiré de la liste des INB	Démantelé
Gueugnon	(ex-INB 31)	Traitement de minerais	1965	1980	Retiré de la liste des INB	Démantelé
STED FAR	(ex-INB 34)	Traitement des déchets solides et liquides	Avant 1964	2006	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
STED Cadarache	(ex-INB 37)	Transformation de substances radioactives	1964	2015	2015 : retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 37-A et 37-B
Harmonie Cadarache	(ex-INB 41)	Réacteur (1 kWth)	1965	1996	2009 : retiré de la liste des INB	Destruction du bâtiment, servitudes
ALS	(ex-INB 43)	Accélérateur	1958	1996	2006 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Réacteur universitaire de Strasbourg	(ex-INB 44)	Réacteur (100 kWth)	1967	1997	2012 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Saturne	(ex-INB 48)	Accélérateur	1966	1997	2005 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Attila ^(*) FAR	(ex-INB 57)	Pilote de retraitement	1968	1975	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
LCPu FAR	(ex-INB 57)	Laboratoire de chimie du plutonium	1966	1995	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
BAT 19 FAR	(ex-INB 58)	Métallurgie du plutonium	1968	1984	1984 : retiré de la liste des INB	Démantelé
RM2 FAR	(ex-INB 59)	Radio-métallurgie	1968	1982	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
LCAC Grenoble	(ex-INB 60)	Analyse de combustibles	1975	1984	1997 : retiré de la liste des INB	Démantelé
LAMA Grenoble	(ex-INB 61)	Laboratoire	1968	2002	2017 : retiré de la liste des INB	Assaini
SICN Veurey-Voroize	(ex-INB 65 et 90)	Usine de fabrication de combustibles	1963	2000	2019 : retiré de la liste des INB	Bâtiments déconstruits, servitudes d'utilité publique

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
STEDs FAR	(ex-INB 73)	Entreposage de décroissance de déchets radioactifs	1971	2006	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
ARAC Saclay	(ex-INB 81)	Fabrication d'assemblages combustibles	1981	1995	1999 : retiré de la liste des INB	Assaini
LURE	(ex-INB 106)	Accélérateurs de particules	De 1956 à 1987	2008	2015 : retiré de la liste des INB	Assaini-SUP ^(*)
IRCA	(ex-INB 121)	Irradiateur	1983	1996	2006 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
FBFC Pierrelatte	(ex-INB 131)	Fabrication de combustible	1990	1998	2003 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Magasin d'uranium Miramas	(ex-INB 134)	Magasin de matières uranifères	1964	2004	2007 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
SNCS Osmanville	(ex-INB 152)	Ionisateur	1983	1995	2002 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE ^(*)
Ulysse Saclay	18	Réacteur (100 kWth)	1967	2007	2014 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Rapsodie Cadarache	25	Réacteur (40 MWth)	1967	1983		Préparation au démantèlement
ATPu Cadarache	32	Usine de fabrication de combustibles	1962	2003	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Usine de traitement des combustibles irradiés (UP2) (La Hague)	33	Transformation de substances radioactives	1964	2004	2013 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
STED et Unité d'entreposage de déchets de haute activité (Grenoble)	36 et 79	Station de traitement de déchets et entreposage de déchets	1964/1972	2008	2008 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
STE de Cadarache	37-B	Station de traitement des effluents (partie non pérenne de l'ex-INB 37)	2015	2016		Préparation au démantèlement
STE2 (La Hague)	38	Station de traitement d'effluents	1964	2004	2013 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
Masurca	39	Réacteur (5 kWth)	1966	2018	2018 : mise à l'arrêt définitif	Préparation au démantèlement
Osiris	40	Réacteur (70 MWth)	1966	2015		Préparation au démantèlement
ÉOLE	42	Réacteur (1 kWth)	1965	2017		Préparation au démantèlement
Bugey 1	45	Réacteur (1 920 MWth)	1972	1994	2008 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Saint-Laurent-des-Eaux A1	46	Réacteur (1 662 MWth)	1969	1990	2010 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Saint-Laurent-des-Eaux A2	46	Réacteur (1 801 MWth)	1971	1992	2010 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
ÉLAN IIB La Hague	47	Fabrication de sources de césium-137	1970	1973	2013 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Laboratoire de haute activité (LHA) Saclay	49	Laboratoire	1960	1996	2008 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
ATUE Cadarache	52	Traitement d'uranium	1963	1997	2006 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
MCMF	53	Entreposage de substances radioactives	1968	2017		Préparation au démantèlement
LPC Cadarache	54	Laboratoire	1966	2003	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
Phénix Marcoule	71	Réacteur (536 MWth)	1973	2009	2016: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Atelier HAO (La Hague)	80	Transformation de substances radioactives	1974	2004	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Superphénix Creys-Malville	91	Réacteur (3 000 MWth)	1985	1997	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Phébus	92	Réacteur (40 MWth)	1978	2017		Préparation au démantèlement
Eurodif	93	Transformation de substances radioactives	1979	2012		Préparation au démantèlement
AMI Chinon	94	Utilisation de substances radioactives	1964	2015		Préparation au démantèlement
Minerve	95	Réacteur (100 Wth)	1977	2017		Préparation au démantèlement
Orphée	101	Réacteur (14 MWth)	1980	2019	2019: mise à l'arrêt définitif	Préparation au démantèlement
Comurhex Tricastin	105	Usine de transformation chimique de l'uranium	1979	2009	2019: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Chinon A1D (ex-Chinon A1)	133 (ex-INB 5)	Réacteur (300 MWth)	1963	1973	1982: décret de confinement de Chinon A1 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A1 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A2 D (ex-Chinon A2)	153 (ex-INB 6)	Réacteur (865 MWth)	1965	1985	1991: décret de démantèlement partiel de Chinon A2 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A2 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A3 D (ex-Chinon A3)	161 (ex-INB 7)	Réacteur (1 360 MWth)	1966	1990	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
EL4-D (ex-EL4 Brennilis)	162 (ex-INB 28)	Réacteur (250 MWth)	1966	1985	1996: décret de démantèlement et de création de l'INB d'entreposage EL4-D 2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement 2007: décision du Conseil d'État annulant le décret de 2006 2011: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel. Préparation au démantèlement complet
Centrale nucléaire des Ardennes (ex-Chooz A)	163 (ex-INB 1, 2, 3)	Réacteur (1 040 MWth)	1967	1991	2007: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Procédé FAR	165	Regroupement des anciennes installations (INB 57 et 59) de recherche concernant les procédés de retraitement	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Support FAR	166	Regroupement des anciennes installations (INB 34 et 73) de conditionnement et traitement des déchets et des effluents	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

* Attila: pilote de retraitement situé dans une cellule de l'INB 57.

** Restriction d'usage conventionnel au profit de l'État.

*** Servitude d'utilité publique.

14.



LES DÉCHETS RADIOACTIFS ET LES SITES ET SOLS POLLUÉS

1	Les déchets radioactifs	352
1.1	La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)	
1.1.1	La gestion des déchets radioactifs dans les INB	
1.1.2	La gestion des déchets du nucléaire de proximité, activités autorisées au titre du code de la santé publique	
1.1.3	La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle	
1.2	Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs	
1.2.1	Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base	
1.2.2	Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités autorisées au titre du code de la santé publique	
1.2.3	L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs	
1.2.4	Le PNGMDR	
1.3	La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet	
1.3.1	Les déchets de très faible activité	
1.3.2	Les déchets de faible et moyenne activités à vie courte	
1.3.3	La gestion des déchets de faible activité à vie longue	
1.3.4	La gestion des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue	
1.4	Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs	
2	La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, rôle de l'ASN et stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires	362
2.1	Nature du contrôle et actions de l'ASN	
2.1.1	Nature du contrôle et des actions de l'ASN, approche graduée	
2.1.2	Le contrôle du conditionnement des colis	
2.1.3	L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets	
2.1.4	L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants	
2.1.5	L'évaluation des charges financières nucléaires	
2.1.6	L'action internationale de l'ASN dans le domaine des déchets	
2.2	Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs	
2.2.1	Réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs	
2.2.2	Réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs	
2.3	Stratégie de gestion des déchets du CEA et appréciation de l'ASN	
2.4	Stratégie de gestion des déchets d'Orano et appréciation de l'ASN	
2.5	Stratégie de gestion des déchets d'EDF et appréciation de l'ASN	
3	La gestion des résidus miniers et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium	367
4	La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives	368

Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués

Ce chapitre présente le rôle et les actions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en matière de [gestion des déchets radioactifs](#), ainsi qu'en matière de [gestion des sites et sols pollués](#) par des substances radioactives. Il décrit, en particulier, les actions menées pour définir et fixer les grandes orientations de la gestion des déchets radioactifs.

Selon l'[article L. 542-1-1 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée, ou qui ont été requalifiées comme telles par l'autorité administrative en application de l'[article L. 542-13-2 de ce même code](#). Ils proviennent d'activités nucléaires traitant des substances radioactives artificielles ou naturelles, à partir du moment où cette radioactivité justifie la mise en place de contrôles de radioprotection.

Un site pollué par des substances radioactives est un site, abandonné ou en exploitation, sur lequel des substances radioactives, naturelles ou artificielles, ont été ou sont mises en œuvre ou entreposées dans des conditions telles que le site peut présenter des risques pour la santé ou l'environnement. La pollution par des substances radioactives peut résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche.

En 2018, la Direction générale de l'énergie et du climat (DGE) du ministère de la Transition écologique et solidaire et l'ASN ont saisi la Commission nationale du débat public (CNDP) préalablement à la rédaction de la prochaine édition du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR). La CNDP a décidé

de nommer une commission particulière afin qu'elle organise un débat public. La DGE et l'ASN ont participé à l'ensemble des réunions de ce débat public, qui s'est tenu d'avril à septembre 2019, et répondu aux questions de la société civile sur la [plateforme en ligne](#) mise à disposition par la commission particulière.

En 2019, l'[ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense \(ASND\) ont pris position](#) conjointement sur la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), transmise en 2016. Le courrier adressé au CEA souligne que la définition de la stratégie du CEA résulte d'un travail approfondi, et que l'échelonnement des opérations de démantèlement apparaît acceptable, compte tenu des moyens alloués par l'État et du nombre important d'installations en démantèlement. Les deux autorités s'interrogent toutefois sur la robustesse du plan d'action du CEA et les moyens disponibles, tant humains que financiers, et constatent plusieurs fragilités, du fait notamment de la mutualisation entre centres envisagée, conduisant à ne disposer, pour certaines opérations, que d'une seule installation.

Enfin, l'ASN a poursuivi en 2019 en lien avec l'ASND, l'instruction du dossier de stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano. Afin de s'assurer de la capacité d'Orano à respecter les échéances de sa stratégie, elle a initié une démarche innovante d'inspection de gestion de projet en 2019. L'ASN et l'ASND rendront leur avis sur ce dossier en 2020.

1. Les déchets radioactifs

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, les producteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs sont responsables de ces substances, sans préjudice de la responsabilité de leurs détenteurs en tant que responsables d'activités nucléaires. Les déchets radioactifs doivent être gérés selon des modalités spécifiques. Les producteurs de déchets doivent poursuivre un objectif de minimisation du volume et de la nocivité de leurs déchets, en amont lors de la conception et de l'exploitation des installations, et en aval lors de la gestion des déchets, par un tri, un traitement et un conditionnement adaptés.

Les [déchets radioactifs](#) sont très divers par leur radioactivité (activité massique, nature du rayonnement, durée de vie) et leur forme (ferrailles, gravats, huiles...).

Deux paramètres principaux permettent d'apprécier le risque radiologique qu'ils représentent : d'une part, l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, d'autre part, la période radioactive des radionucléides présents dans les déchets, qui détermine la durée pendant laquelle ces déchets doivent être confinés. On distingue ainsi, d'une part, des déchets de très faible, faible, moyenne ou haute activité, d'autre part, des déchets de très courte durée de vie (radioactivité divisée par deux en moins de 100 jours) issus principalement des activités médicales, des déchets à vie courte (contenant majoritairement des radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en moins de 31 ans) et des déchets à vie longue (qui contiennent une quantité importante de radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en plus de 31 ans).

TABLEAU 1

Classification des déchets radioactifs

		DÉCHETS DITS À VIE TRÈS COURTE CONTENANT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE < 100 JOURS	DÉCHETS DITS À VIE COURTE DONT LA RADIOACTIVITÉ PROVIENT PRINCIPALEMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE ≤ 31 ANS	DÉCHETS DITS À VIE LONGUE CONTENANT MAJORITAIREMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE > 31 ANS
CENTAINES Bq/g	Très faible activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels	Recyclage ou stockage dédié en surface (installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube)	
	Faible activité (FA)		Stockage de surface (centre de stockage des déchets de l'Aube)	Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
	Moyenne activité (MA)			
MILLIONS Bq/g				
MILLIARDS Bq/g	Haute activité (HA)	Non applicable ⁽¹⁾	Stockage en couche géologique profonde (en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)	

(1) Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

Chaque type de déchets nécessite la mise en place d'une filière de gestion adaptée et sûre, afin de maîtriser les risques qu'ils présentent, notamment le risque radiologique.

1.1 La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)

La gestion des déchets radioactifs est définie à l'[article L. 542-1-1 du code de l'environnement](#). Celle-ci regroupe toutes les activités liées à la manipulation, au prétraitement, au traitement, au conditionnement, à l'entreposage et au stockage des déchets radioactifs, à l'exclusion du transport hors site.

L'ASN contrôle les activités liées à la gestion des déchets radioactifs relevant des installations nucléaires de base (INB) ou du nucléaire de proximité, à l'exception de celles liées à la défense nationale, contrôlées par l'ASND, et de celles relevant du statut des installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)), placées sous le contrôle des préfets.

1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base

Deux secteurs économiques contribuent majoritairement à la production des déchets radioactifs dans les INB.

Le secteur électronucléaire, d'une part, comprend les 19 centrales nucléaires d'EDF ainsi que les usines d'Orano et de Framatome dédiées à la fabrication et au retraitement du combustible nucléaire. L'exploitation des centrales nucléaires produit du combustible usé, dont une partie est retraitée pour séparer les substances valorisables des produits de fission ou des actinides mineurs qui sont des déchets. Des déchets radioactifs sont également produits lors des activités de fonctionnement et de maintenance des centrales nucléaires et des usines de traitement du combustible, à l'instar des déchets de structure, des coques et embouts constituant la gaine du combustible nucléaire, ainsi que des déchets technologiques, ou encore des déchets issus du traitement des effluents comme les boues bitumées. Par ailleurs, le démantèlement des installations est à l'origine de la production de déchets radioactifs.

Le secteur de la recherche, d'autre part, inclut la recherche dans le domaine du nucléaire civil, et notamment les activités de recherche des laboratoires et réacteurs du CEA mais également d'autres organismes de recherche. Des déchets radioactifs sont produits lors du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement de ces installations.

Ces déchets radioactifs sont gérés suivant des dispositions spécifiques qui prennent en compte leur caractère radiologique et sont proportionnés à leur dangerosité.

1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité, activités autorisées au titre du code de la santé publique

• Les enjeux

L'utilisation de sources non scellées⁽¹⁾ en médecine nucléaire, en recherche biomédicale ou industrielle, est à l'origine de la production de déchets solides ou liquides : petits matériels de laboratoire employés pour la préparation des sources, matériels médicaux ayant servi à l'administration des injections à des fins diagnostiques ou thérapeutiques... Les effluents liquides radioactifs proviennent également des préparations de sources, ainsi que des patients qui éliminent par les voies naturelles la radioactivité qui leur a été administrée.

La diversité des déchets du nucléaire de proximité, la multiplicité des établissements en produisant ainsi que les enjeux en matière de radioprotection ont conduit les pouvoirs publics à réglementer la gestion des déchets produits par ces activités.

• La gestion des sources scellées usagées considérées comme des déchets

Des sources scellées⁽²⁾ sont utilisées pour des applications médicales, industrielles, de recherche et vétérinaires (voir les chapitres 7 et 8). Lorsqu'elles sont usagées, et si leurs fournisseurs n'envisagent aucune réutilisation, elles sont considérées comme des déchets radioactifs et doivent être gérées comme tels.

La gestion des sources scellées considérées comme déchets, et notamment leur stockage, doit prendre en compte la double

1. Source radioactive non scellée : source dont la présentation et les conditions normales d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substance radioactive.

2. Source radioactive scellée : source dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de matières radioactives dans le milieu ambiant.

contrainte d'une activité concentrée et d'un caractère potentiellement attractif en cas d'intrusion humaine après la perte de mémoire d'un stockage. Cette double contrainte limite donc les types de sources acceptables dans les stockages, notamment s'ils sont de surface.

1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle

Certaines activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides qui ne sont pas utilisés pour leurs propriétés radioactives peuvent conduire à concentrer l'activité massique dans les produits, résidus ou déchets qu'elles produisent. On parle de « substance radioactive d'origine naturelle » (SRON) lorsque l'activité de celle-ci dépasse les seuils d'exemption figurant au [tableau 1 de l'annexe 13-8 au code de santé publique](#). Par conséquent, les déchets SRON, pour lesquels aucune utilisation n'est prévue ou envisagée, sont dorénavant considérés comme des déchets radioactifs, au sens de l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement. Les déchets contenant des substances d'origine naturelle, mais ne dépassant pas les seuils d'exemption susmentionnés, sont orientés vers les filières de gestion de déchets conventionnels.

Les déchets SRON, selon leur activité massique, peuvent être stockés dans deux types d'installations :

- dans une installation de stockage de déchets autorisée par arrêté préfectoral, si les conditions d'acceptation prévues par la [circulaire du 25 juillet 2006](#)⁽³⁾, relative aux installations de stockages de déchets, relevant des rubriques 2760 de la nomenclature des ICPE, sont remplies ;
- dans le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires⁽⁴⁾) destiné au stockage des déchets radioactifs de très faible activité.

Certains de ces déchets sont toutefois entreposés dans l'attente d'une filière d'élimination, et notamment de la mise en service d'un centre de stockage des déchets FA-VL.

Quatre installations de stockage de déchets dangereux sont autorisées, par arrêté préfectoral, à accueillir des déchets contenant des SRON.

De plus, à la suite de l'entrée en vigueur au 1^{er} juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire, les dispositions du code du travail relatives à la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants s'appliquent également aux activités professionnelles traitant des matières contenant naturellement des substances radioactives, dont font partie les SRON.

1.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs

La gestion des déchets radioactifs s'inscrit dans le cadre général de gestion des déchets défini au [chapitre 1^{er} du titre IV du livre V du code de l'environnement](#) et par ses décrets d'application. Des dispositions particulières relatives aux déchets radioactifs ont été introduites tout d'abord par la [loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991](#) relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, puis par la [loi de programme n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, dite « loi déchets », qui donne un cadre législatif à la gestion de l'ensemble des matières et des déchets radioactifs. Une grande partie des dispositions de ces lois sont codifiées au [chapitre II du titre IV du livre V du code de l'environnement](#).

La loi du 28 juin 2006 fixe notamment un calendrier pour les recherches sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) et un cadre juridique clair pour sécuriser les fonds nécessaires au démantèlement et à la gestion des déchets radioactifs. Elle prévoit aussi l'élaboration d'un PNGMDR, qui vise à réaliser périodiquement un bilan et à définir les perspectives de la politique de gestion des substances radioactives. Elle renforce également les missions de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ([Andra](#)). Enfin, elle interdit le stockage sur le sol français de déchets étrangers, en prévoyant l'adoption de règles précisant les conditions de retour des déchets issus du traitement en France des combustibles usés et des déchets provenant de l'étranger.

Ce cadre a été amendé en 2016, avec la publication de l'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire, qui a permis de :

- transposer la [directive 2011/70/Euratom](#) du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, tout en réaffirmant l'interdiction de stocker en France des déchets radioactifs en provenance de l'étranger, ainsi que des déchets radioactifs issus du traitement de combustibles usés et de déchets radioactifs provenant de l'étranger, en précisant les conditions d'application de cette interdiction ;
- définir une procédure de requalification des matières en déchets radioactifs par l'autorité administrative ;
- renforcer les sanctions administratives et pénales existantes et prévoir de nouvelles sanctions en cas de non-respect des dispositions applicables en matière de gestion des déchets radioactifs et de combustible usé.

La [loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016](#) précise les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et moyenne activités à vie longue.

1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base

En France, la gestion des déchets radioactifs dans les INB est notamment encadrée par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB, dont le [titre VI est relatif à la gestion des déchets](#).

L'exploitant d'une INB établit un plan de zonage déchets qui permet d'identifier les zones où les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être. Les déchets produits dans ces zones sont, de manière conservatoire, gérés comme s'ils étaient radioactifs et doivent alors être dirigés vers des filières dédiées. Cette absence de seuils de libération pour les déchets issus d'une zone où les déchets sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être constitue une spécificité de la réglementation française. Les déchets issus des autres zones sont, après contrôle de l'absence de radioactivité, dirigés vers des filières autorisées de gestion des déchets dangereux, non dangereux ou inertes, selon les propriétés du déchet.

La réglementation impose également aux exploitants de présenter les déchets produits par l'installation, qu'ils soient radioactifs ou non, ainsi que leur volume, leur nature, leur nocivité et les modes d'élimination envisagés. Les dispositions retenues par les exploitants doivent consister à réduire le volume et la toxicité radiologique, chimique et biologique des déchets produits,

3. Circulaire du 25 juillet 2006 relative aux installations classées – Acceptation de déchets à radioactivité naturelle renforcée ou concentrée dans les centres de stockage de déchets.

4. Cires : ainsi dénommé depuis octobre 2012. Il a été mis en service en 2003 sous le nom de centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA). Installation soumise à autorisation au titre du régime de la rubrique 2797 des ICPE.

et à réserver, par la valorisation et le traitement de ces déchets, le stockage définitif aux seuls déchets ultimes.

La [décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015](#) relative à l'étude sur la gestion des déchets, auparavant requise en application du décret du 2 novembre 2007, et au bilan des déchets produits dans les INB, précise les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012, notamment concernant :

- le contenu de l'étude sur la gestion des déchets, qui doit être remise lors de la mise en service d'une INB et tenue à jour tout au long de son exploitation ;
- les modalités relatives à l'établissement et à la gestion du plan de zonage déchets ;
- le contenu du bilan annuel sur la gestion des déchets qui doit être transmis à l'ASN par chaque installation.

Le [Guide n° 23](#) de l'ASN présente les modalités d'application de cette décision en ce qui concerne l'établissement et la modification du plan de zonage déchets.

À la suite d'une modification des prescriptions du décret procédures, codifié en 2019 dans le code de l'environnement, l'étude sur la gestion des déchets n'est plus requise par la réglementation en tant que document spécifique. L'ensemble des modalités de gestion susmentionnées devra être reporté, à compter du 1^{er} avril 2020, dans l'étude d'impact et les règles générales d'exploitation des INB. L'ASN actualisera en 2020 la décision du 21 avril 2015 pour prendre en compte cette évolution réglementaire.

1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités autorisées au titre du code de la santé publique

L'article R. 1333-16⁽⁵⁾ du code de la santé publique prévoit que la gestion des effluents et des déchets contaminés par des substances radioactives provenant de toutes les activités nucléaires comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants doit faire l'objet d'un examen et d'une approbation par les pouvoirs publics. C'est le cas, notamment, des activités mettant en œuvre des substances radioactives destinées à la médecine, à la biologie humaine ou à la recherche biomédicale.

La [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#) fixe les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être, du fait d'une activité nucléaire. Un guide d'application de cette décision ([Guide n° 18](#)) a été publié par l'ASN en janvier 2012. L'ASN fera évoluer ce guide pour le mettre en cohérence avec la nouvelle réglementation.

• La gestion des sources scellées usagées

À la suite du [PNGMDR 2013-2015](#), le CEA a remis à l'État à la fin de l'année 2014 un rapport de synthèse de ses travaux portant sur :

- la poursuite de l'examen des conditions d'acceptabilité par l'Andra des sources scellées en stockage ;
- un lotissement consolidé des sources scellées usagées afin de déterminer une filière de référence pour chaque lot ;
- l'évaluation par l'Andra des conditions permettant la prise en charge des sources scellées usagées en faisant évoluer, si nécessaire, les spécifications d'acceptation sans remettre en cause la sûreté des centres de stockage existants ;
- une étude des besoins en installations de traitement et de conditionnement pour permettre leur prise en charge dans les centres de stockage existants ou à construire ;
- une étude des besoins en installations d'entreposage intermédiaires ;

- la planification optimisée, d'un point de vue technique et économique, de la prise en charge et de l'élimination des sources scellées usagées au regard des disponibilités des installations de traitement, d'entreposage, de stockage et des contraintes de transport.

Dans le cadre du [PNGMDR 2016-2018](#), l'Andra a remis mi-2018 un rapport présentant l'état des lieux de la prise en charge des sources scellées usagées considérées comme des déchets dans les centres de stockage existants et en projet. Ce rapport fera l'objet d'une analyse de l'ASN en 2020.

Par ailleurs, le [décret n° 2015-231 du 27 février 2015](#) permet aux détenteurs de sources scellées usagées de faire appel non seulement à leur fournisseur initial, mais aussi à tout fournisseur autorisé ou, en dernier ressort, à l'Andra pour gérer ces sources. Les détenteurs ne sont par ailleurs plus tenus de démontrer qu'ils ont pris contact avec l'ensemble des fournisseurs avant de solliciter l'Andra. Ces dispositions visaient à diminuer les frais de collecte de ces sources et à assurer une filière de reprise dans toutes les situations. L'ASN note toutefois les difficultés rencontrées par certains détenteurs à faire reprendre leurs sources scellées usagées. Le ministère chargé de l'environnement et l'ASN prévoient des échanges, dans le cadre du PNGMDR, avec les détenteurs de sources scellées usagées, les fournisseurs et l'Andra pour résorber ces difficultés.

• La gestion des déchets des activités du nucléaire de proximité par l'Andra

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra une mission de service public pour la gestion des déchets issus du nucléaire de proximité. Depuis 2012, l'Andra dispose, avec le Cires situé sur les communes de Morvilliers et de La Chaise, dans l'Aube, d'un centre de regroupement et d'une installation d'entreposage pour les déchets des petits producteurs hors électro-nucléaire. L'ASN considère que la démarche engagée par l'Andra est de nature à répondre à la mission qui lui est confiée au titre de l'article L. 542-12 précité et que celle-ci doit être poursuivie.

Néanmoins, les déchets tritiés solides devront être gérés avec les déchets d'[ITER](#) dans un entreposage exploité par le CEA (appelé à ce stade « projet Intermed »). Le retard de calendrier du projet ITER a des conséquences sur le calendrier du projet Intermed et sur la stratégie de gestion des déchets tritiés des petits producteurs. Dans son [avis du 24 novembre 2016](#), l'ASN a demandé au CEA de prendre en compte le décalage de l'échéance prévisionnelle de la mise en service d'Intermed dans les études, menées dans le cadre du PNGMDR, relatives à la comparaison des solutions de gestion des déchets tritiés et de définir, avant le 31 décembre 2017, une stratégie révisée de l'entreposage des déchets tritiés provenant d'autres installations qu'ITER. L'[article 61 de l'arrêté PNGMDR du 23 février 2017](#) demande par ailleurs à l'Andra de proposer une stratégie de gestion de ces déchets, dans l'attente de la mise en service des installations d'entreposage susmentionnées. Cette stratégie est actuellement en cours d'examen par l'ASN.

1.2.3 L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra la mission d'établir, de mettre à jour tous les 3 ans et de publier l'[inventaire national des matières et déchets radioactifs](#).

La dernière mise à jour a été publiée en 2018. L'inventaire présente des informations relatives aux quantités, à la nature et à la localisation des matières et des déchets radioactifs à la fin 2016, par catégorie et par secteur économique. Un exercice prospectif,

5. Ancien article R. 1333-12.

Le rôle de l'ASN dans la gestion des déchets

Les pouvoirs publics, en particulier l'ASN, sont attentifs au fait que l'ensemble des déchets dispose d'une filière de gestion et que leur gestion s'effectue dans des conditions sûres à chacune de ses étapes. L'ASN considère ainsi que le développement de filières de gestion adaptées à chaque catégorie de déchets est fondamental et que tout retard dans la recherche de solutions de gestion à long terme est de nature à accroître le volume et la taille des entreposages sur les installations, ainsi que les risques associés. L'ASN est vigilante à ce que le système composé de l'ensemble de ces filières soit complet, sûr et cohérent, en particulier dans le cadre du PNGMDR, mais également en contrôlant les installations et en évaluant régulièrement la stratégie de gestion des

déchets des exploitants. Cette approche doit tenir compte de l'ensemble des enjeux de sûreté, de radioprotection, de minimisation du volume et de la nocivité des déchets, en permettant une traçabilité satisfaisante.

Enfin, l'ASN considère que cette gestion doit s'exercer de manière transparente vis-à-vis du public, en impliquant l'ensemble des parties prenantes, dans un cadre favorisant l'expression des différentes positions. Le PNGMDR est ainsi élaboré au sein d'un [groupe de travail pluraliste](#) coprésidé par l'ASN et la DGEC, tel que décrit au chapitre 2. Par ailleurs, l'ASN publie sur son site Internet le [PNGMDR](#), sa synthèse, les comptes rendus des réunions du groupe de travail susmentionné et les études demandées par le plan, ainsi que les avis associés qu'elle a rendus.

plus développé que pour l'édition 2015, a également été réalisé, selon quatre scénarios contrastés de politique énergétique de la France à long terme :

- le scénario SR1 prend pour hypothèse la poursuite de la production d'électricité d'origine nucléaire, avec une durée de fonctionnement des réacteurs actuels comprise entre 50 et 60 ans, et un renouvellement progressif des réacteurs actuels par des réacteurs EPR, puis à neutrons rapides ;
- le scénario SR2 reprend l'hypothèse du scénario SR1, mais pour une durée de fonctionnement des réacteurs actuels uniforme de 50 ans ;
- le scénario SR3 reprend l'hypothèse du scénario SR1, mais avec un renouvellement du parc uniquement par des EPR, ce qui implique un retraitement des combustibles UNE⁽⁶⁾ usés uniquement et l'absence de retraitement des combustibles MOX⁽⁷⁾ et URE⁽⁸⁾ usés ;
- le scénario SNR prend pour hypothèse le non-renouvellement du parc à une échéance de 40 ans de fonctionnement (60 ans pour l'EPR), avec un arrêt anticipé du retraitement des combustibles usés UNE afin de ne pas produire de plutonium séparé et un arrêt du retraitement des combustibles MOX et URE usés.

Cet inventaire constitue une base de données d'entrée pour établir le PNGMDR.

1.2.4 Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, modifié par l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 précitée, définit les objectifs du PNGMDR :

- dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues ;
- recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;
- fixer les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances, en tenant compte des priorités qu'il définit ;
- déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif ;
- organiser la mise en œuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes.

Le PNGMDR est préparé par la DGEC et par l'ASN, sur la base des travaux menés au sein d'un groupe de travail pluraliste comprenant notamment des producteurs de déchets radioactifs, des exploitants d'installations de gestion de ces déchets, des autorités d'évaluation et de contrôle et des associations de protection de l'environnement.

Concrètement, le PNGMDR est un document, de plus de 200 pages pour l'[édition 2016-2018](#), qui dresse un état des lieux détaillé des modalités de gestion des matières et des déchets radioactifs, que la filière soit opérationnelle ou à mettre en œuvre, puis formule des recommandations ou fixe des objectifs. L'ASN y a contribué par [sept avis rendus en 2016](#), dont les principales orientations ont été intégrées. Le [décret n° 2017-231](#) et l'[arrêté du 23 février 2017](#) fixent respectivement les prescriptions du code de l'environnement et les études à mener. Ces études sont au nombre de 83, chacune avec un pilote et une échéance de réalisation.

En application de l'[article L. 122-1 du code de l'environnement](#), le PNGMDR 2016-2018 a fait l'objet d'une évaluation environnementale et d'un avis de l'[Autorité environnementale](#), suivis d'une [consultation du public](#) sur le site du ministère chargé de l'énergie. Les recommandations de l'Autorité environnementale et les contributions recueillies pendant la consultation du public ont été prises en compte pour la rédaction du plan et l'élaboration des prescriptions réglementaires.

De plus, conformément à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, le plan a été transmis au Parlement, qui a saisi l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) pour évaluation, avant d'être rendu public.

Le PNGMDR est accompagné d'une synthèse présentant, de manière concise et pédagogique, un état des lieux de la gestion des matières et déchets radioactifs, ainsi que les principales recommandations du plan. Une [version en anglais du PNGMDR](#) et de sa synthèse est également publiée.

En 2019, l'ASN a suivi l'avancée des travaux demandés par le PNGMDR 2016-2018, notamment à travers les réunions du groupe de travail PNGMDR. Par ailleurs, l'ASN a participé à l'ensemble des réunions du débat public précédant l'élaboration de la cinquième édition du PNGMDR (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport), organisées par la Commission particulière du débat public, et répondu aux questions qui lui ont été adressées sur la plateforme en ligne mise à disposition par la commission particulière. Les conclusions du débat public seront prises en compte dans l'élaboration de la cinquième édition du plan.

6. Uranium naturel enrichi.

7. Le combustible MOX est un combustible nucléaire à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium.

8. Uranium de retraitement enrichi.

1.3 La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet

1.3.1 Les déchets de très faible activité

Les déchets dits de très faible activité (TFA) proviennent essentiellement du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des installations nucléaires. Ils sont notamment constitués de déchets inertes (gravats, terre, sable) et de déchets métalliques. Leur activité massique est généralement inférieure à 100 Bq/g (becquerels par gramme), cette activité pouvant même être inférieure au seuil de détection de certains appareils de mesure.

Le [Cires](#) comprend une installation de stockage des déchets TFA. Cette installation, relevant du statut des ICPE, est également opérationnelle depuis août 2003.

Fin 2019, 396 354 m³ de déchets TFA étaient stockés dans le Cires, ce qui représente 61 % de sa capacité réglementaire autorisée. Selon l'inventaire national réalisé par l'Andra, la quantité de déchets TFA produite à la fin du démantèlement des installations nucléaires existantes sera de l'ordre de 2 200 000 m³. Selon les prévisions actuelles, la saturation du centre pourrait être atteinte entre 2025 et 2030.

L'ASN estime que l'Andra et les producteurs de déchets doivent poursuivre leurs efforts pour réduire la quantité des déchets TFA, en particulier par l'optimisation de leur production et leur densification. L'ASN estime également qu'une consolidation des prévisions de production de ces déchets constitue une étape indispensable pour éclairer les futurs choix d'optimisation globale de la filière. Du fait de la saturation des capacités de stockage autorisées prévue à l'horizon 2025-2030, l'ASN considère que l'Andra doit étudier la possibilité et les conditions d'augmentation de la capacité volumique du Cires pour une même emprise au sol et, sous réserve que ces conditions soient favorables, déposer dans les meilleurs délais la demande d'autorisation de modification correspondante.

L'ASN considère qu'une deuxième installation de stockage des déchets TFA sera à terme nécessaire pour assurer le maintien de la disponibilité de capacités de stockage pour ces déchets. L'ASN estime, en outre, nécessaire que les producteurs de déchets TFA s'engagent dans une démarche permettant d'examiner de façon approfondie la faisabilité de créer sur leurs sites des installations de stockage adaptées à certaines typologies de déchets TFA.

La gestion des déchets TFA est fondée, en France, sur le lieu d'origine des déchets (zones dans lesquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être), afin d'assurer leur traçabilité et leur gestion dans des filières spécifiques. Le débat organisé en 2019 sur la 5^e édition du PNGMDR a montré la grande sensibilité du public aux éventuelles évolutions réglementaires du principe de gestion de ces déchets et le besoin que toute évolution en la matière soit accompagnée de la mise en œuvre de processus de traçabilité adaptés, de contrôles efficaces exercés par des organismes indépendants, et d'une association de la société civile.

Le PNGMDR prévoit la poursuite des travaux sur la recherche de capacités supplémentaires de stockage des déchets TFA et formulera des recommandations quant aux modalités de mise en œuvre des évolutions du cadre réglementaire qui seront envisagées, en matière de sûreté et de radioprotection, d'association des citoyens, de transparence, de contrôle et de traçabilité, en prenant en considération les travaux menés par le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire sur le sujet.

1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activités à vie courte

Les déchets de faible et moyenne activités à vie courte (FMA-VC) (dont la radioactivité provient principalement de radionucléides dont la période est inférieure à 31 ans) proviennent essentiellement du fonctionnement des installations nucléaires et tout particulièrement du fait d'activités de maintenance (vêtements, outils, filtres...). Ils peuvent également provenir d'opérations d'assainissement et de démantèlement de ces installations. La plupart des déchets FMA-VC font l'objet d'un stockage dans des installations en surface exploitées par l'Andra. Après leur fermeture, ces installations font l'objet d'une surveillance pendant une durée fixée conventionnellement à 300 ans. Les rapports de sûreté des installations, mis à jour périodiquement y compris durant cette phase de surveillance, doivent permettre de vérifier qu'à l'issue de celle-ci l'activité contenue dans les déchets aura atteint un niveau résiduel, afin que les expositions pour l'homme et l'environnement soient acceptables, même en cas de perte significative des propriétés de confinement de l'installation. Deux installations de cette nature existent en France, le centre de stockage de la Manche ([CSM](#) – INB 66), mis en service en 1969 et fermé depuis 1994, et le centre de stockage de l'Aube ([CSA](#) – INB 149) en exploitation (voir Panorama régional en introduction de ce rapport).

La quantité de déchets FMA-VC stockée au CSA s'élève à 344 919 m³ fin 2019, soit 34,5 % de la capacité maximale autorisée de cette installation. À cette quantité, s'ajoutent les déchets stockés au centre de stockage de la Manche, soit 527 214 m³. La quantité totale de déchets FMA-VC stockés dans les installations de l'Andra est donc de 872 133 m³, à comparer à la quantité produite à fin 2018 de 917 000 m³. D'après les données de l'inventaire national établi par l'Andra, ces déchets représenteront un volume maximal de 2 000 000 m³, à l'issue du démantèlement des installations existantes. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 à l'occasion du réexamen périodique du CSA, la saturation de ce centre pourrait intervenir à l'horizon 2060, au lieu de l'année 2042 initialement prévue, cela étant dû à une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs calendriers de livraison.

1.3.3 La gestion des déchets de faible activité à vie longue

Les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) comprenaient initialement deux catégories principales : les déchets de graphite issus de l'exploitation des réacteurs de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les déchets radifères, issus de l'industrie du radium et de ses dérivés. D'autres types de déchets ont été ajoutés à cette catégorie, notamment certains effluents bitumés, des substances contenant du radium, de l'uranium et du thorium de faible activité massique, ainsi que certaines sources radioactives scellées usagées.

Une fraction des déchets de l'[usine Orano Cycle de Malvési](#) (Aude) produits à partir du 1^{er} janvier 2019 est par ailleurs désormais incluse dans cette catégorie de déchets. Les déchets solides produits jusqu'au 31 décembre 2018 font quant à eux l'objet d'une catégorie spécifique de l'inventaire national, dénommée « résidus de traitement du combustible uranium (RTCU) », en raison des volumes importants qu'ils représentent.

La mise en place d'une solution de gestion définitive pour ces déchets fait partie des objectifs définis par la loi du 28 juin 2006. La recherche d'une telle solution de gestion nécessite, d'une part, de progresser dans la connaissance des déchets de type FA-VL et d'autre part, des études de sûreté relatives aux solutions de stockage associées. Les éditions successives du PNGMDR ont décliné cet objectif. L'ASN a également rédigé en 2008

une [note d'orientations générales](#) de sûreté pour la recherche d'un site pouvant accueillir les déchets FA-VL.

Le [PNGMDR 2010-2012](#) a ouvert la possibilité de stocker de manière distincte les déchets de graphite et les déchets radifères et a demandé à l'Andra de travailler sur deux options de conception :

- un stockage sous couverture remaniée réalisé dans une couche géologique affleurante par excavation puis remblais ;
- un stockage sous couverture intacte creusé en souterrain dans une couche d'argile à une profondeur plus importante.

Le [PNGMDR 2013-2015](#) a demandé aux différents acteurs impliqués de réaliser des études (caractérisation et possibilité de traitement des déchets, investigations géologiques sur un site identifié par l'Andra, études de conception et analyse préliminaire de sûreté) afin que l'État soit en mesure de préciser en 2016 les orientations relatives à la gestion des déchets de type FA-VL. Ainsi, les détenteurs de déchets de type FA-VL ont progressé dans la caractérisation de leurs déchets et dans les possibilités de traitement, notamment pour ce qui concerne les déchets de graphite et certains colis de déchets bitumés. En particulier, l'inventaire radiologique de ces déchets en chlore-36 et en iode-129 a été réévalué notablement à la baisse.

Dans le cadre du PNGMDR, l'Andra a remis en juillet 2015 un rapport comprenant :

- des propositions de choix de scénarios de gestion pour les déchets de graphite et les déchets bitumés ;
- des études préliminaires de conception couvrant les options de stockage dites « sous couverture intacte » et « sous couverture remaniée » ;
- l'inventaire des déchets à y stocker et le calendrier de sa mise en œuvre.

L'ASN a rendu un [avis n° 2016-AV-264](#) sur le rapport d'étape de l'Andra relatif au projet de stockage de déchets FA-VL le 29 mars 2016. L'Andra devra notamment approfondir les hypothèses de conception du stockage FA-VL, l'évaluation de la sûreté du stockage pendant son exploitation et après sa fermeture, la qualité et les performances de la formation géologique retenue et la consolidation de l'inventaire des déchets susceptibles d'être stockés sur le site étudié. En parallèle, l'ASN a engagé une révision de la note d'orientations générales de sûreté de 2008. Un groupe de travail rassemblant l'ASN, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'Andra, les producteurs de déchets FA-VL et des représentants de la société civile a ainsi été mis en place à l'automne 2018. La synthèse du travail réalisé fera l'objet d'un rapport de l'IRSN en 2020. Les recommandations de ce rapport seront prises en compte dans le cadre de la révision de la note d'orientations générales de sûreté de 2008, qui sera remplacée par un guide de l'ASN.

Enfin, conformément à l'[article 7 du décret du 27 décembre 2013](#), Orano Cycle a remis une étude portant sur la gestion à long terme des déchets déjà produits du site de Malvési, entreposés dans l'INB 175 Écrin. Différents concepts de stockage envisagés sont présentés :

- stockage en surface,
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans la fosse de l'ancienne mine à ciel ouvert,
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans une nouvelle fosse à construire.

Compte tenu de la nature des déchets et de la configuration du site, l'ASN a indiqué dans son [avis n° 2012-AV-0166 du 4 octobre 2012](#) qu'elle n'est pas favorable à la poursuite du développement de ce type de stockage qu'elle considère ne pas répondre aux exigences de sûreté à long terme. Les deux autres options de stockage, présentées dans l'étude Areva de décembre 2014 sur la gestion à long terme des déchets historiques du procédé de conversion, reposent

sur un concept identique, à savoir un stockage de sub-surface sous couverture remaniée à environ 40 m de profondeur.

L'ASN a par ailleurs rendu un [avis le 2 septembre 2019](#) avec des demandes qui portent sur :

- l'inventaire et la caractérisation radiologique et chimique des déchets et des résidus miniers dans le secteur du bassin B3 et de l'interdigé entre les bassins B3 et B5 ;
- le concept de stockage des résidus de traitement du combustible uranium (RTCU), notamment en termes de propriétés et performances attendues pour l'ensemble des composants du stockage (couverture, ouvrage, colis, etc.) ;
- la connaissance des formations explorées ;
- l'impact du futur stockage sur l'ensemble des ressources à proximité du site.

1.3.4 La gestion des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue

Dans la continuité de la loi du 30 décembre 1991, la loi du 28 juin 2006 dispose que les recherches sur la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL sont poursuivies selon trois axes complémentaires : la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue, l'entreposage et le stockage réversible en couche géologique profonde.

• La séparation/transmutation

Les opérations de séparation/transmutation visent à isoler puis à transformer les radionucléides à vie longue présents dans les déchets radioactifs en radionucléides à vie plus courte, voire en éléments stables. La transmutation des actinides mineurs contenus dans les déchets est susceptible d'avoir un impact sur le dimensionnement du stockage, en diminuant à la fois la puissance thermique, la nocivité des colis qui y seront stockés, et l'inventaire du stockage. Pour autant, l'impact du stockage sur la biosphère, qui provient essentiellement de la mobilité des produits de fission et d'activation, ne serait pas significativement réduit.

L'ASN a rendu un [avis n° 2016-AV-0259 le 25 février 2016](#) sur la base du rapport d'étape relatif aux perspectives industrielles des filières de séparation/transmutation, remis par le CEA en 2015 dans le cadre du PNGMDR. Elle considère que les gains espérés de la transmutation des actinides mineurs en termes de sûreté, de radioprotection et de gestion des déchets n'apparaissent pas déterminants, au vu notamment des contraintes induites sur les installations du cycle du combustible, les réacteurs et les transports, qui devraient mettre en œuvre des matières fortement radioactives à toutes les étapes du cycle du combustible. L'ASN considère également que ces gains ne supprimeraient pas le besoin d'un stockage profond, et ne pourraient apporter une réduction tangible de l'emprise d'un futur stockage que dans l'hypothèse d'une exploitation au moins séculaire d'un parc de réacteurs à neutrons rapides suffisamment important pour assurer la cohérence d'ensemble du cycle.

• L'entreposage

Le deuxième axe de recherches et d'études de la loi du 28 juin 2006 concerne l'entreposage des déchets.

L'entreposage de longue durée des déchets HA-VL, qui constituait un des axes de recherches prévu par la [loi du 30 décembre 1991](#), n'a pas été retenu comme solution pour gérer de manière définitive ces déchets radioactifs. Des installations d'entreposage sont cependant indispensables en attendant la mise en service du stockage en couche géologique profonde, pour permettre le refroidissement de certains déchets, puis pour accompagner l'exploitation industrielle du stockage, qui se développera par étapes. Par ailleurs, si des opérations de retrait de colis stockés étaient décidées dans le cadre de la réversibilité du stockage, des installations d'entreposage seraient nécessaires. La réception des

premiers colis de déchets radioactifs en stockage géologique profond est désormais prévue à l'horizon 2030.

La loi du 28 juin 2006 a confié à l'Andra la coordination des recherches et études sur l'entreposage des déchets HA et MA-VL, qui sont donc inscrites dans une optique de complémentarité avec le stockage réversible. En particulier, cette loi prévoyait que les recherches et études sur l'entreposage permettraient, au plus tard en 2015, de créer de nouvelles installations d'entreposage ou de modifier des installations existantes, pour répondre aux besoins, notamment en matière de capacité et de durée, recensés par le PNGMDR.

• Les avancées de l'entreposage

L'Andra avait remis en 2013 un bilan des recherches et études réalisées. Ce bilan rendait compte notamment du recensement des besoins futurs en entreposage qui avait été effectué, de l'exploration de la complémentarité entre l'entreposage et le stockage, des études et recherches sur l'ingénierie et sur le comportement phénoménologique des installations d'entreposage et de l'examen d'options techniques novatrices.

De 2013 à 2015, l'Andra a approfondi l'étude des concepts d'entreposage liés à la réversibilité du stockage. Il s'agit d'installations qui, le cas échéant, accueilleraient des colis retirés du stockage. Pour de telles installations, l'Andra a recherché une polyvalence qui permettrait d'entreposer simultanément ou successivement des colis de types divers sous leur forme primaire ou placés en sur-conteneurs de stockage. Dans son étude remise en 2013, l'Andra précisait avoir arrêté ses recherches concernant les installations d'entreposage à faible profondeur. Elle justifiait cet abandon notamment par une plus grande complexité de ce type d'installation (prise en compte de la présence d'eaux souterraines et de la ventilation dans le cas de déchets exothermiques, surveillance du génie civil) et une moindre flexibilité d'exploitation. L'étude remise en 2018, consistant à une analyse multicritère, ne remet pas en cause ces conclusions.

Au regard du retour d'expérience industriel, des recherches et de ses études, l'Andra a émis en 2014 des recommandations pour la conception de futures installations d'entreposage s'inscrivant en complémentarité avec le stockage. Elles portent particulièrement sur la durée de vie des installations (jusqu'à une centaine d'années), leur surveillance, et la modularité des futurs entreposages. Certaines recommandations ont été intégrées par Orano Cycle dans la conception de l'extension de l'entreposage des verres de La Hague (E-EV-LH) destinée aux déchets HA et située dans l'[INB 116](#). Cette extension est composée de deux fosses : 30 et 40, mises en service respectivement en 2015 et 2017.

Dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, les producteurs de déchets, après avoir présenté l'inventaire à la fin 2013 des colis de déchets HA et MA-VL à destination de [Cigéo](#) et l'état des lieux des entreposages existants, ont plus particulièrement analysé les éléments structurants permettant d'identifier des besoins en entreposage de colis de déchets.

Dans son avis du 25 février 2016 précité, l'ASN identifie plusieurs pistes pour renforcer la robustesse de la stratégie française d'entreposage des déchets HA et MA-VL, en complémentarité avec leur stockage.

• Les perspectives dans le cadre du PNGMDR

Les études demandées par le [PNGMDR 2016-2018](#) portent sur l'analyse des besoins en entreposage de colis HA et MA-VL, et reprennent les grandes orientations de l'avis de l'ASN du 25 février 2016.

L'article D. 542-79 du code de l'environnement, introduit par le décret du 23 février 2017 relatif aux prescriptions du PNGMDR 2016-2018, dispose que les détenteurs de combustibles usés et

de déchets radioactifs HA et MA-VL doivent tenir à jour l'état de disponibilité des capacités d'entreposage de ces substances par catégorie de déchets, et identifier les besoins futurs en capacité d'entreposage au moins pour les vingt années suivantes.

Le CEA, EDF et Orano ont défini, conformément à l'article 53 de l'arrêté du 23 février 2017, les besoins en entreposages futurs pour toutes les familles de déchets HA et MA-VL, portant au minimum sur les vingt prochaines années. Le CEA, EDF et Orano ont également étudié dans ce cadre la sensibilité des besoins en entreposages à des décalages dans le calendrier de Cigéo. L'ensemble de ces études a été remis à l'ASN et fait actuellement l'objet d'une instruction.

L'article 52 de l'[arrêté du 23 février 2017](#) prescrit à l'Andra de justifier les éléments ayant conduit l'Andra à rejeter l'option de conception d'installations d'entreposage à faible profondeur. En réponse à cette prescription, l'Andra a remis en 2018 une étude comparative des différents types d'entreposages qu'elle a étudiés. Cette analyse ne fait pas apparaître d'avantage déterminant en matière de sûreté nucléaire en faveur d'une installation à faible profondeur par rapport à une installation de surface. L'ASN prendra position en 2020 sur les analyses de l'Andra.

Sur la base de l'avis de l'ASN, le PNGMDR 2016-2018 identifie plusieurs orientations pour la conception des installations d'entreposage de déchets HA et MA-VL (marges significatives à la conception, architecture simple et modulaire, privilégiant les systèmes passifs, définition de dispositions permettant de maîtriser les conditions d'ambiance de l'entreposage en situation normale, incidentelle et accidentelle, définition des dispositions de surveillance et de traitement des écarts dès la conception, dispositions de conservation de la mémoire...). L'ASN sera attentive à la prise en compte de ces recommandations pour les nouvelles installations qui seront nécessaires en l'attente de la mise en service de Cigéo. Cela concerne particulièrement les installations d'entreposage des déchets MA-VL produits avant 2015, qui auront été conditionnés avant 2030, conformément à l'échéance prescrite par l'[article L. 542-1-3 du code de l'environnement](#).

• Le stockage réversible en couche géologique profonde

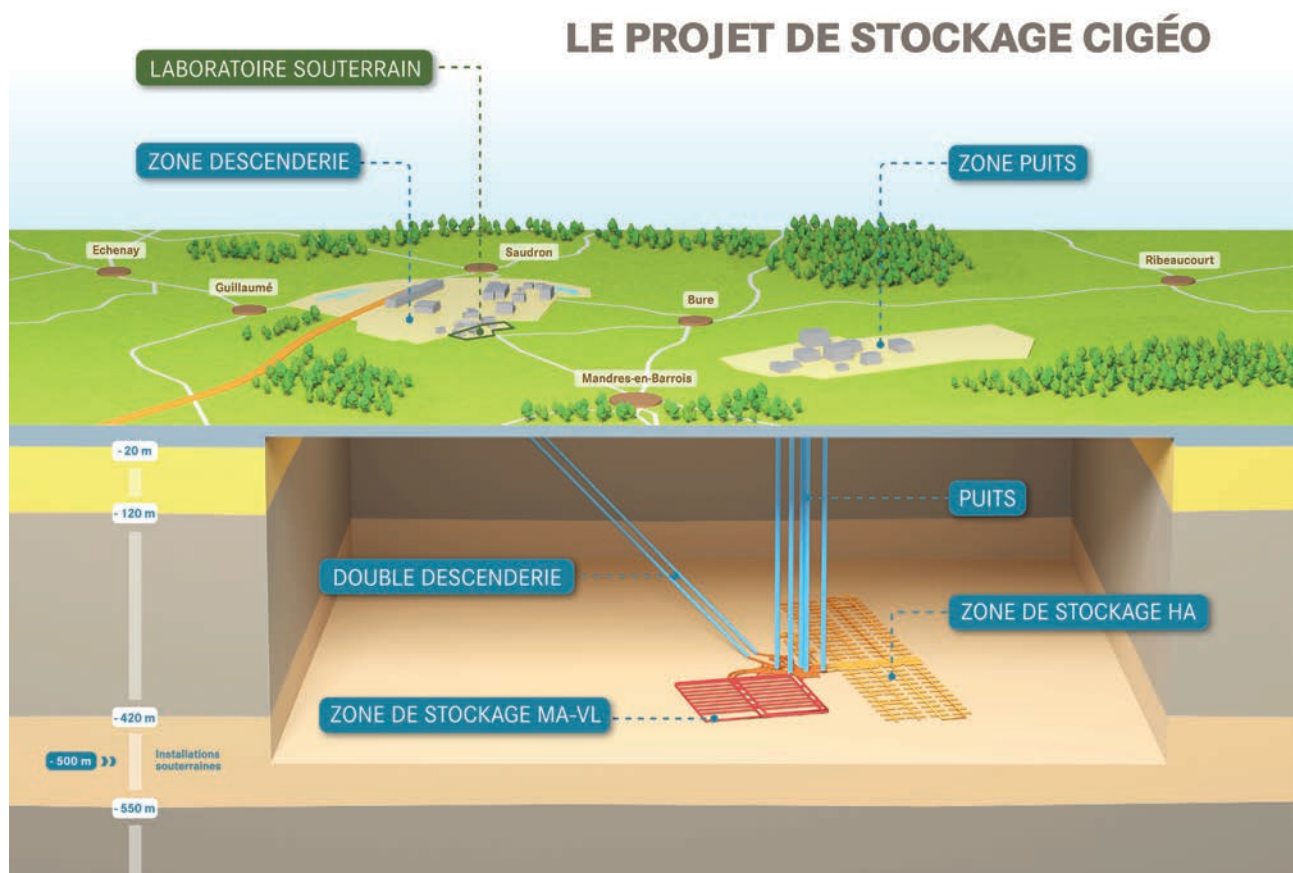
Le stockage en couche géologique profonde est appelé par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, qui prévoit qu'*« après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde »*.

La loi du 28 juin 2006 confie à l'Andra la mission de concevoir un projet de centre de stockage en couche géologique profonde, qui sera une INB, à laquelle s'appliquera la réglementation propre à ce type d'installation et sera soumis, à ce titre, au contrôle de l'ASN.

• Le principe de ce stockage

Le [stockage de déchets radioactifs](#) en couche géologique profonde consiste à stocker des déchets radioactifs dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du [principe de réversibilité](#). Les caractéristiques de la couche géologique visent à confiner les substances radioactives contenues dans ces déchets. Une telle installation de stockage – contrairement aux installations d'entreposage – doit être conçue de telle sorte que la sûreté à long terme soit assurée de manière passive, c'est-à-dire sans dépendre d'actions humaines (comme des activités de surveillance ou de maintenance) qui nécessitent un contrôle dont la pérennité ne peut être garantie au-delà d'une période de temps limitée. Enfin, la profondeur des ouvrages de stockage doit être telle qu'ils ne puissent être affectés de façon significative par les phénomènes naturels externes

Schéma de l'installation Cigéo comprenant les installations de surface et souterraine



attendus (érosion, changements climatiques, séismes...) ou par des activités humaines.

L'ASN avait publié en 1991 la règle fondamentale de sûreté (RFS) III-2-f définissant des objectifs à retenir dans les phases d'études et de travaux pour le stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde afin d'assurer la sûreté après la période d'exploitation du stockage. En 2008, elle en a publié une mise à jour, sous la forme d'un guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde – [Guide n° 1](#) de l'ASN.

Les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL ont été précisées par la loi du 25 juillet 2016, qui définit le principe de réversibilité, introduit la phase industrielle pilote avant la mise en service complète de Cigéo et apporte des adaptations calendaires pour la mise en œuvre de Cigéo.

Cette loi définit la réversibilité comme « la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage ».

Dans son [avis n° 2016-AV-0267 du 31 mai 2016](#) relatif à la réversibilité du stockage de déchets radioactifs en couche géologique

profonde, l'ASN avait estimé que le principe de réversibilité se traduisait par une exigence d'adaptabilité de l'installation et par une exigence de récupérabilité des colis durant une période encadrée par la loi.

Le [décret du 23 février 2017](#) relatif aux prescriptions du PNGMDR précise certains principes applicables à Cigéo, en particulier aux articles D. 542-88 à D. 542-96 du code de l'environnement. L'article D. 542-90 dispose notamment que « l'inventaire à retenir par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs pour les études et recherches conduites en vue de concevoir le centre de stockage prévu à l'article L. 542-10-1 comprend un inventaire de référence et un inventaire de réserve. L'inventaire de réserve prend en compte les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique. Le centre de stockage est conçu pour accueillir les déchets de l'inventaire de référence. Il est également conçu par l'Andra, en lien avec les propriétaires des substances de l'inventaire de réserve, pour être en mesure d'accueillir les substances qui figurent à cet inventaire, sous réserve le cas échéant d'évolutions dans sa conception pouvant être mises en œuvre en cours d'exploitation à un coût économiquement acceptable ».

• Le laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne

Les études sur le stockage en couche géologique profonde nécessitent la réalisation de recherches et d'expérimentations au moyen d'un laboratoire souterrain. L'Andra exploite depuis 1999 un tel [laboratoire souterrain](#) sur la commune de Bure.

Dans le cadre des études sur le stockage en couche géologique profonde, l'ASN émet des recommandations sur les recherches et expérimentations menées au laboratoire et s'assure, par sondage lors de visites de suivi, qu'elles sont réalisées selon des processus garantissant la qualité des résultats obtenus.

• Les instructions techniques

Dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, puis dans celui de la loi du 28 juin 2006 et du PNGMDR, l'Andra a mené des études et remis des rapports sur le stockage en couche géologique profonde. Ces derniers ont été examinés par l'ASN – en référence notamment au guide de sûreté de 2008 – et ont fait l'objet d'avis.

L'ASN a ainsi notamment examiné les rapports remis en 2005 et à la fin 2009 par l'Andra. Elle a émis des [avis sur ces rapports les 1^{er} février 2006 et 26 juillet 2011](#). L'Andra a ensuite soumis à l'ASN différents dossiers présentant l'avancement des études et travaux menés.

L'ASN a ainsi pris position :

- en [2013](#), sur les documents produits entre 2009 et 2013, année du débat public, et sur le jalon intermédiaire de conception au stade de l'esquisse présenté par l'Andra en 2012 ;
- en [2014](#), sur les éléments de sûreté des ouvrages de fermeture et sur le contenu attendu pour le dossier d'options de sûreté de l'installation ;
- en [2015](#), sur la maîtrise des risques en exploitation et sur le coût du projet ;
- en [2016](#), sur le plan de développement des composants ;
- en [2018](#), sur le dossier d'options de sûreté de Cigéo.

• Le processus d'autorisation

L'instruction de l'autorisation de création d'une installation de stockage en couche géologique profonde ne débutera qu'à la demande formelle de l'Andra et sera notamment encadrée par la section 4 du chapitre III du titre IX du livre V du code de l'environnement et par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, spécifique à une installation de stockage en couche géologique profonde. L'Andra indique souhaiter déposer cette demande d'autorisation de création au second semestre 2020.

À la suite du [débat public de 2013](#), l'Andra a décidé la mise en place d'une phase industrielle pilote avant le fonctionnement à cadence industrielle de l'installation. Le conseil d'administration de l'Andra avait également décidé de remettre à l'ASN un dossier d'options de sûreté (DOS) sur le projet d'installation Cigéo avant de demander l'autorisation de création de l'installation.

En cohérence avec la mise en place d'un développement par étapes, tel que prévu par le guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage des déchets radioactifs en formation géologique profonde, l'ASN a accueilli favorablement cette décision et a fait part à l'Andra de ses attentes sur le contenu de ce dossier par [courrier du 19 décembre 2014](#).

• L'instruction du dossier d'options de sûreté de Cigéo

Le dépôt d'un dossier d'options de sûreté (DOS) marque l'entrée dans un processus encadré réglementairement⁹⁾. L'ASN a reçu le DOS de Cigéo en avril 2016. À l'issue de la phase d'instruction technique, le projet d'avis de l'ASN a fait l'objet d'une [consultation du public](#), qui a eu lieu du 1^{er} août au 15 septembre 2017. Après analyse des contributions reçues, l'ASN a rendu son [avis le 11 janvier 2018](#). Par lettre, l'ASN a également formulé des recommandations sur les options de sûreté propres à prévenir ou limiter les risques et a demandé à l'Andra des études et justifications complémentaires (phénomènes de corrosion, bétons à bas pH, représentativité du modèle hydrogéologique, stratégie de surveillance...). Les demandes

de cette lettre tiennent compte des suggestions et remarques recueillies lors de la consultation du public.

L'instruction du DOS de Cigéo a mis en exergue plusieurs sujets à enjeux sur des aspects spécifiques (architecture, définition des aléas, gestion post-accidentelle...). Parmi ces sujets, l'ASN a formulé une réserve concernant le stockage des déchets bitumés dans Cigéo. Elle estime que *« la recherche de la neutralisation de la réactivité chimique des colis de déchets bitumés doit être privilégiée. En parallèle, des études visant à modifier la conception pour exclure le risque d'emballement de réactions exothermiques doivent être conduites. En tout état de cause, la caractérisation dans les meilleurs délais de ces colis de déchets bitumés par leurs producteurs est un préalable indispensable »*.

La gestion des déchets bitumés est par ailleurs suivie dans le cadre du PNGMDR, qui demande plusieurs études relatives à la caractérisation de ces colis, à leurs modalités de transport et aux possibilités de traitement (articles 46, 47 et 48 de l'arrêté du 23 février 2017).

En 2019, l'ASN a fait part aux producteurs de déchets et à l'Andra de demandes de compléments¹⁰⁾ à la suite de l'instruction de l'étude remise au titre de l'article 46. Celles-ci portent notamment sur l'effet de l'auto-irradiation sur le comportement thermique des colis de déchets bitumés, sur la réactivité thermique des enrobés bitumés, sur le gonflement à long terme dans le cadre du comportement à long terme de l'installation Cigéo et sur les évolutions de conception permettant d'assurer la maîtrise des risques associés au stockage des colis de déchets bitumés.

Le ministre chargé de l'énergie et l'ASN ont par ailleurs souhaité qu'une expertise pluridisciplinaire, indépendante et tirant parti des pratiques internationales, soit menée sur cette problématique. Cette expertise a présenté ses [conclusions](#) en septembre 2019 devant le groupe de travail chargé du suivi du PNGMDR (voir encadré). L'ASN veillera à ce que l'Andra prenne en compte ces éléments dans sa demande d'autorisation de création (DAC).

• Du dossier d'options de sûreté vers la demande d'autorisation de création

À ce jour, l'Andra poursuit la conception du projet Cigéo et prépare les demandes d'autorisation requises. L'Andra prévoit de déposer une demande de déclaration d'utilité publique (DUP) fin 2019. Le dépôt de la demande d'autorisation de création est annoncé par l'Andra pour le second semestre 2020. L'ASN et l'IRSN font des points d'avancement réguliers avec l'Andra pour s'assurer de la bonne prise en compte des sujets à enjeux identifiés lors de l'instruction des précédents dossiers. L'Andra devra aussi intégrer les résultats de la revue sur les déchets bitumés dans son dossier de demande d'autorisation de création, notamment en ce qui concerne l'architecture des alvéoles MA-VL.

En septembre 2018, un centre de ressources et d'informations¹¹⁾ dédié au projet de stockage géologique profond a été mise en ligne sous le pilotage du Gouvernement et avec la participation de l'ASN. Cette plateforme a pour objet, notamment, de rassembler des ressources documentaires produites par des entités publiques, des comités et autorités, des ONG, des associations et des citoyens. Ces documents permettent d'illustrer les enjeux techniques et sociétaux liés au projet Cigéo.

9. L'article R.593-14 du code de l'environnement prévoit que « toute personne qui prévoit d'exploiter une INB peut demander à l'ASN, préalablement à l'engagement de la procédure d'autorisation de création, un avis sur tout ou partie des options qu'elle a retenues pour assurer la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1. L'autorité, par un avis rendu et publié dans les conditions et les formes qu'elle détermine, précise dans quelle mesure les options de sûreté présentées par le demandeur sont propres à prévenir ou limiter les risques pour les intérêts mentionnés à l'article L.593-1, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment. L'autorité peut définir les études et justifications complémentaires qui seraient nécessaires en vue d'une éventuelle demande d'autorisation de création. Elle peut fixer la durée de validité de son avis. Cet avis est notifié au demandeur et communiqué au ministre chargé de la sûreté nucléaire. »

10. Les lettres de suite sont disponibles sur le site de l'ASN : asn.fr/Informer/Dossiers-pedagogiques/La-gestion-des-dechets-radioactifs/Plan-national-de-gestion-des-matieres-et-dechets-radioactifs/PNGMDR-2016-2018

11. Accessible sur cigeo.gouv.fr

Dans le cadre du débat public relatif à la cinquième édition du PNGMDR, le dispositif de gouvernance de Cigéo a été identifié comme sujet à approfondir, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre de la réversibilité et les objectifs de la phase industrielle pilote. La Commission particulière du débat public (CPDP) conclut notamment que la société civile doit être impliquée dans la gouvernance de Cigéo, en particulier pendant la phase industrielle pilote. À cet égard, l'ASN considère que cette implication est prévue par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, qui dispose que les résultats de la phase industrielle pilote devront faire l'objet d'un avis, notamment, des collectivités territoriales concernées. Par ailleurs, la CPDP estime que le public devra également être associé aux étapes ayant un impact sur la réversibilité de l'installation, en particulier la récupérabilité des colis. L'ASN considère que sa participation pourrait s'effectuer à l'occasion des revues périodiques de l'exercice de la réversibilité, prévues par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement.

• Le coût du projet

Conformément à la procédure prévue à l'article L. 542-12 du code de l'environnement, la ministre chargée de l'énergie a, après [avis de l'ASN en février 2015](#) et observations des producteurs de déchets radioactifs, [arrêté le 15 janvier 2016](#) le coût de référence du projet de stockage Cigéo « à 25 milliards d'euros aux conditions économiques du 31 décembre 2011, année du démarrage des travaux d'évaluation des coûts ». Cet arrêté précise également que le coût doit être mis à jour régulièrement et au moins aux étapes clés du développement du projet (autorisation de création, mise en service, fin de la « phase industrielle pilote », réexamens de sûreté).

1.4 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs

• Traitement

Le traitement est une étape fondamentale dans le processus de gestion des déchets radioactifs. Cette opération permet, d'une part, de séparer les déchets selon différentes catégories afin de faciliter leur gestion ultérieure et, d'autre part, de réduire significativement le volume des déchets.

Les [usines de La Hague](#), destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés, interviennent dans ce processus en permettant, par l'intermédiaire d'une dissolution et d'un traitement chimique, de séparer les gaines et les produits de fission. Les coques et embouts sont ensuite compactés pour réduire leur emprise en stockage.

L'installation de fusion et d'incinération de Cyclife France, dénommée « [Centraço](#) », permet quant à elle une réduction significative du volume des déchets TFA et FMA-VC qui y sont envoyés. Cette usine possède une unité dédiée à l'incinération des déchets combustibles, et une unité de fusion où sont fondus les déchets métalliques.

Les effluents radioactifs peuvent également être concentrés par évaporation, à l'instar des opérations réalisées dans l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents ([Agate](#)) (INB 171), avec ce même objectif de réduction volumique.

• Conditionnement

Le conditionnement des déchets radioactifs consiste à placer les déchets dans un colis qui assure une première barrière de confinement prévenant la dispersion de substances radioactives dans l'environnement. Les techniques mises en œuvre dépendent des caractéristiques physico-chimiques des déchets et de leur typologie, ce qui explique la grande variété de colis utilisés. Ces colis font l'objet d'agréments de l'Andra pour ceux destinés à des installations de stockage en exploitation, et d'accords de conditionnement de l'ASN pour ceux ayant vocation à être orientés vers des installations de stockage à l'étude.

Les opérations de conditionnement sont, dans certains cas, réalisées directement sur le site de production des déchets, mais peuvent également l'être dans des installations dédiées, à l'instar des usines de La Hague, qui conditionnent les coques et embouts du combustible irradié en colis CSD-C et les produits de fission en colis CSD-V, et des stations de traitement des effluents, telles que l'atelier [Stella](#) de l'INB 35. Les colis de déchets conditionnés sont parfois constitués dans les installations où ils ont vocation à être entreposés, ce qui sera le cas des colis MA-VL dans l'installation [Iceda](#), ou directement dans une installation de stockage, le Cires et le CSA mettant en œuvre ces opérations pour une partie des colis entrants.

• Entreposage

L'entreposage, défini à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, est une solution de gestion temporaire des déchets radioactifs. Les déchets sont conservés pour une durée limitée dans l'attente de leur envoi en stockage, ou afin d'atteindre une décroissance radioactive suffisante pour permettre leur envoi vers des filières de gestion de déchets conventionnels dans le cas particulier des déchets à vie très courte, issus principalement du domaine médical.

Certaines installations (voir ci-après) sont spécifiquement dédiées à l'entreposage de déchets radioactifs, telles qu'[Écrin](#), mise en service en 2018, et [Cedra](#). Ce sera également le cas d'[Iceda](#) et de [Diadem](#), une fois ces installations mises en service. Les colis CSD-C et CSD-V sont quant à eux entreposés directement au sein de différentes installations du site de La Hague dans l'attente de la mise en service du stockage de déchets HA et MA-VL en couche géologique profonde.

• Recherche et développement

Des installations supports permettent de réaliser des opérations de recherche et développement en vue d'optimiser la gestion des déchets radioactifs.

Parmi elles, l'installation [Chicade](#) (INB 156), exploitée par le CEA sur le site de Cadarache, réalise des travaux de recherche et de développement concernant des objets et déchets de faible et moyenne activités. Ces travaux concernent principalement les procédés de traitement de déchets aqueux, les procédés de décontamination, les méthodes de conditionnement de déchets solides, ainsi que l'expertise et le contrôle de colis de déchets.

2. La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, rôle de l'ASN et stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires

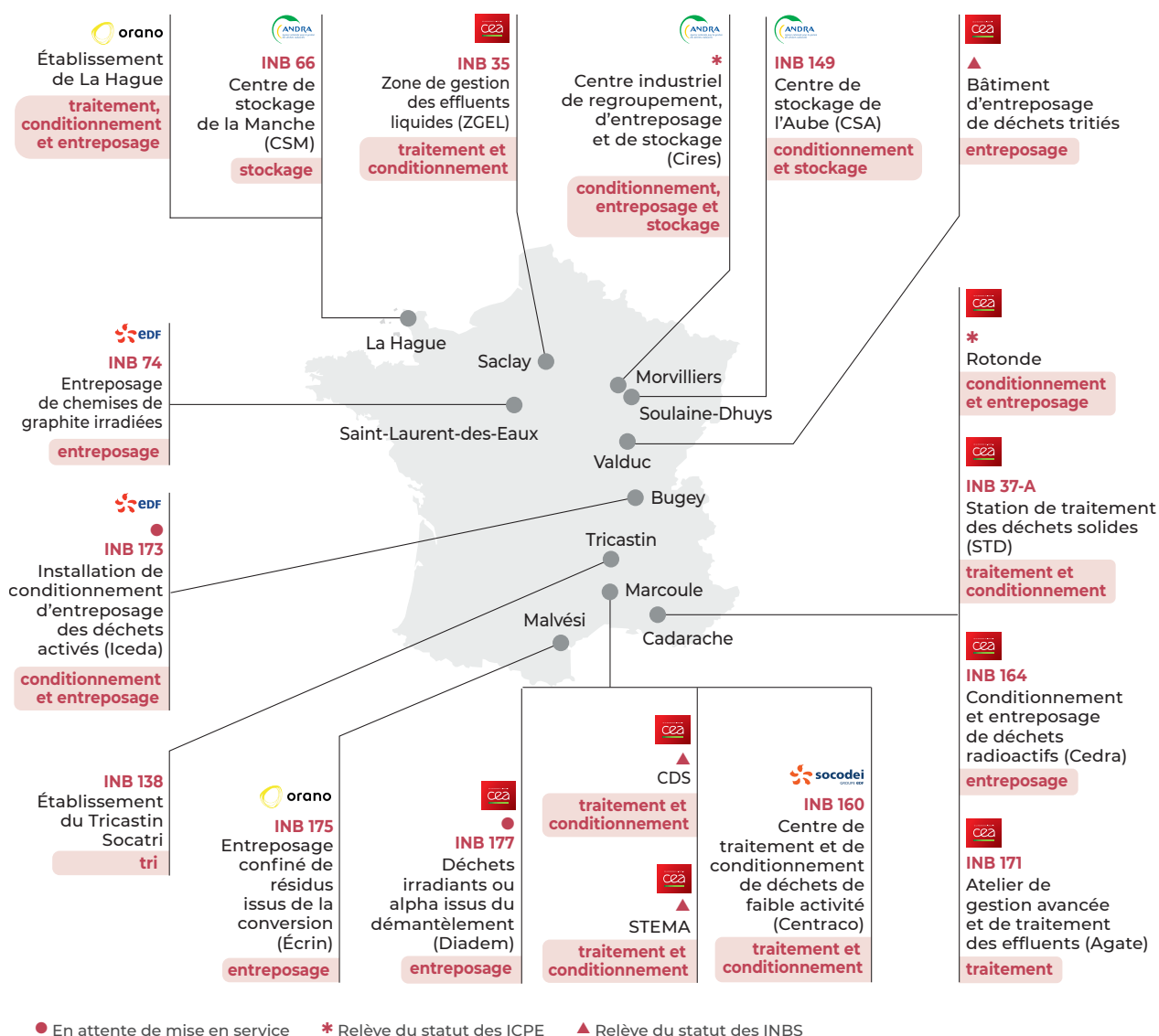
2.1 Nature du contrôle et actions de l'ASN

2.1.1 L'approche graduée

Le [contrôle mené par l'ASN](#) vise, en matière de gestion des déchets radioactifs, d'une part, à vérifier la bonne application des dispositions réglementaires relatives à la gestion des déchets

sur les sites de production (par exemple en matière de zonage, de conditionnement ou de contrôles réalisés par l'exploitant), et d'autre part, à vérifier la sûreté des installations dédiées à la gestion des déchets radioactifs (installations de traitement, de conditionnement, d'entreposage et de stockage des déchets). Ce contrôle est exercé de manière proportionnée aux étapes

Principales installations supports à la gestion des déchets radioactifs



de gestion des déchets et aux enjeux de sûreté des installations dédiées. Ainsi, les INB de gestion des déchets sont notamment classées dans l'une des trois catégories, numérotées de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent. Cette catégorisation permet en partie de définir le programme d'inspection et de cibler le niveau d'expertise requis pour l'instruction de certains dossiers des exploitants.

Ces différentes installations, ainsi que l'appréciation de l'ASN sur leur sûreté, sont présentées en introduction de ce rapport.

2.1.2 Le contrôle du conditionnement des colis

• La réglementation

L'arrêté du 7 février 2012 définit les exigences associées au conditionnement des colis. Il est notamment demandé aux producteurs de déchets radioactifs de conditionner leurs déchets en tenant compte des exigences liées à leur gestion ultérieure, et tout particulièrement leur acceptation dans des installations de stockage.

La décision de l'ASN n° 2017-DC-0587 du 23 mars 2017 précise les exigences relatives au conditionnement des déchets en vue de leur stockage et aux conditions d'acceptation des colis de déchets dans les INB de stockage.

• La production des colis de déchets à destination d'installations de stockage existantes

Les producteurs de colis de déchets élaborent un dossier de demande d'agrément sur la base des spécifications d'acceptation de l'installation de stockage destinataire des colis. L'Andra délivre un agrément formalisant son accord sur le procédé de fabrication et la qualité des colis. L'Andra vérifie la conformité des colis aux agréments délivrés par l'intermédiaire d'audits et de missions de surveillance, chez les producteurs de colis et sur les colis reçus dans ses installations.

• Les colis de déchets à destination d'installations de stockage à l'étude

Pour les déchets destinés à des installations de stockage à l'étude, les spécifications d'acceptation des déchets n'ont, de fait, pas encore été définies. L'Andra ne peut donc pas délivrer d'agrément pour encadrer la production de colis de déchets de type FA-VL, HA-VL ou MA-VL.

Dans ces conditions, la production de colis de tels déchets est soumise à l'accord de l'ASN sur la base d'un dossier établi par le producteur de déchets, appelé « référentiel de conditionnement ». Celui-ci doit démontrer le caractère non réductible des colis,

sur la base des connaissances existantes et des exigences actuellement identifiées pour les installations de stockage à l'étude.

Cette disposition permet notamment de ne pas retarder les opérations de reprise et conditionnement des déchets.

• Le contrôle

Parallèlement aux actions de surveillance exercées par l'Andra sur les colis agréés, l'ASN contrôle le fait que l'exploitant décline correctement les exigences de l'agrément et maîtrise les procédés de conditionnement. Pour les colis de déchets destinés aux installations de stockage à l'étude, l'ASN est particulièrement vigilante à ce que les colis soient conformes aux accords de conditionnement délivrés.

Enfin, l'ASN s'assure également, par des inspections, que l'Andra met en œuvre les dispositions nécessaires pour vérifier la qualité des colis acceptés dans ses installations de stockage. En effet, l'ASN considère que le rôle de l'Andra dans le processus de délivrance des agréments et dans le contrôle des dispositions prises par les producteurs de colis de déchets est primordial pour garantir la qualité des colis et le respect de la démonstration de sûreté des stockages de déchets.

2.1.3 L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets

L'ASN rend des avis sur les études remises dans le cadre du PNGMDR. L'ASN adresse également au Gouvernement ses recommandations sur les installations de gestion de déchets radioactifs.

2.1.4 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants

L'ASN peut prendre des [décisions à caractère réglementaire](#). Ainsi, les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012 qui concernent la gestion des déchets radioactifs ont été déclinées dans les décisions de l'ASN relatives à la gestion des déchets dans les INB et au conditionnement des déchets précédemment mentionnées. À titre d'exemple, la décision du 23 mars 2017 traite du conditionnement des déchets radioactifs et des conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage. Elle vise à préciser les exigences de sûreté des étapes d'une filière de gestion. Cette décision est applicable depuis le 1^{er} juillet 2018.

De manière plus générale, l'ASN édicte des prescriptions relatives à la gestion des déchets provenant des INB. Ces prescriptions font l'objet de décisions de l'ASN qui sont soumises à la consultation du public et publiées sur [asn.fr](#).

L'ASN précise, dans deux guides, certaines attentes relatives à la gestion des déchets : le [Guide n° 18](#) relatif à la gestion des effluents et déchets radioactifs produits par une activité nucléaire autorisée au titre du code de la santé publique et le [Guide n° 23](#) relatif au plan de zonage déchets des INB (voir points 1.2.1 et 1.2.2).

Enfin, l'ASN est consultée pour avis sur les projets de textes réglementaires relatifs à la gestion des déchets radioactifs.

2.1.5 L'évaluation des charges financières nucléaires

Le cadre réglementaire visant à sécuriser le financement des charges de démantèlement des installations nucléaires ou, pour les installations de stockage de déchets radioactifs, des charges d'arrêt définitif, d'entretien et de surveillance, ainsi que des charges de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs, est décrit dans le chapitre 13 (voir point 1.4).

2.1.6 L'action internationale de l'ASN dans le domaine des déchets

L'ASN participe aux travaux de l'association [WENRA](#) (*Western European Nuclear Regulators Association*) qui vise à l'harmonisation des pratiques en matière de sûreté nucléaire en Europe, en définissant des « niveaux de sûreté de référence » qui doivent être transposés dans la réglementation de ses membres. À ce titre, le WGWD (*Working Group on Waste and Decommissioning*) est chargé de l'élaboration des niveaux de référence relatifs à la gestion des déchets radioactifs et des combustibles usés et au démantèlement des installations nucléaires. Les décisions de l'ASN permettent notamment de transposer ces niveaux de référence dans la réglementation générale applicable aux INB. Après les travaux déjà menés sur l'entreposage, le stockage et le démantèlement, l'ASN a participé en 2017 à la finalisation de l'élaboration des niveaux de référence relatifs au conditionnement des déchets radioactifs.

En 2019, l'ASN a poursuivi ses actions visant à présenter la manière dont les niveaux de sûreté de référence WENRA sur le conditionnement des déchets étaient déclinés dans la réglementation française. Le WGWD considère ainsi que la totalité des exigences de sûreté sont présentes dans la réglementation française, à l'exception d'un niveau de référence privilégiant le recours à des systèmes passifs. L'ASN considère que ce niveau de référence pourrait ne pas être approprié pour certains types d'installations de gestion des déchets, et la portée de son application sera discutée au sein du WGWD en 2020. Par ailleurs, une réunion du WGWD, dédiée à l'encadrement réglementaire du démantèlement, s'est tenue en novembre 2019. L'ASN y a présenté les stratégies de démantèlement des exploitants ainsi que les principes du démantèlement immédiat et l'état final. L'ASN suit également la transposition des niveaux de référence des autres pays membres de WENRA.

L'ASN représente par ailleurs la France au comité WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) de l'Agence internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)), dont le rôle est de rédiger les standards internationaux, notamment en matière de gestion des déchets radioactifs. Elle participe également aux travaux du groupe 2 de l'[ENSREG](#) (*European Nuclear Safety Regulators' Group*) chargé des sujets relatifs à la gestion des déchets radioactifs.

En 2017, l'ASN a coordonné la rédaction du rapport national sur la mise en œuvre des obligations de la [convention commune](#) sur la sûreté de la gestion du combustible usé et la sûreté de la gestion des déchets radioactifs. Ce rapport a été examiné par les pairs en mai 2018 à Vienne. Ils ont manifesté un intérêt marqué pour l'approche française, et ont notamment souligné la qualité de la démarche du cadre réglementaire, sa politique cohérente et la priorité accordée à la sûreté en reconnaissant huit domaines de bonne performance. Ils ont suggéré à la France de rester attentive à la sûreté de certaines installations d'entreposage anciennes. En 2020, l'ASN coordonnera la rédaction du rapport de la 7^e revue de la convention commune.

La directive européenne 2011/70 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs requiert par ailleurs que le programme de chaque pays de l'Union européenne sur ces thématiques soit évalué dans le cadre d'un examen par les pairs. En France, cette évaluation internationale a eu lieu du 15 au 24 janvier 2018 dans le cadre d'une [mission ARTEMIS](#) (*Integrated Review Service for radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation*), organisée par l'AIEA. Une délégation de dix experts internationaux a rencontré les équipes de la DGEC, de l'ASN, de la DGPR, de l'IRSN, de l'Andra et des producteurs de déchets radioactifs.

L'ASN participe aussi à plusieurs groupes de travail dans le cadre des actions menées avec l'Union européenne et l'AIEA, en particulier sur le stockage des déchets radioactifs en couche géologique profonde.

Enfin, l'ASN collabore avec les autorités des pays les plus avancés dans la mise en œuvre du stockage en couche géologique profonde. Ainsi, en 2019, deux ingénieurs de l'ASN ont été accueillis au sein de l'Autorité de sûreté nucléaire finlandaise (STUK) pour s'appuyer notamment sur le retour d'expérience du processus d'autorisation de construction du centre de stockage en couche géologique finlandais, de l'organisation de l'instruction de l'obtention du décret de construction et des modalités du programme de surveillance associées. Les enseignements tirés à la suite de cette immersion sont notamment l'appropriation d'une partie de la réglementation finlandaise sur le sujet, les bonnes pratiques à mettre en œuvre lors de l'instruction d'un dossier d'autorisation dans le cas d'un centre de stockage, la démonstration de sûreté en post-fermeture (notamment sur le choix et la pertinence des scénarios et la gestion des incertitudes), les aspects pratiques du programme d'inspection mené au cours de la construction d'Onkalo, ainsi que la comparaison des problématiques techniques du projet Cigéo et celles de Onkalo en Finlande (fissurations, fuites, techniques de creusement, méthodes de caractérisation de la roche et des fissures, relations entre l'autorité et l'opérateur industriel...).

Les actions internationales de l'ASN sont présentées de manière plus générale dans le chapitre 6.

2.2 Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs

L'exploitant d'une installation nucléaire de base, y compris d'une installation de gestion des déchets radioactifs, procède périodiquement au réexamen de son installation afin d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients en tenant compte, notamment, de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. La diversité et le caractère souvent unique de chaque installation de gestion des déchets radioactifs conduisent l'ASN à adopter une démarche d'instruction spécifique à chaque installation.

Dans ce cadre, six réexamens sont en cours d'instruction par l'ASN sur des installations de gestion des déchets radioactifs. Cela concerne :

- trois INB exploitées par le CEA : l'installation de traitement et conditionnement INB 35 sur le site de Saclay, l'installation de recherche et développement Chicade (INB 156) et l'installation de conditionnement et entreposage Cedra (INB 164) sur le site de Cadarache ;
- une INB exploitée par Orano : l'INB 118, installation de traitement, conditionnement et entreposage de colis de déchets sur le site de La Hague ;
- deux INB exploitées par l'Andra : l'INB 149, le centre de stockage de déchets radioactifs de l'Aube (CSA) et l'INB 66, le centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (CSM).

Un rapport de réexamen de sûreté devrait être remis à l'ASN en 2020, pour une autre installation, celle constituée des [silos d'entreposage de Saint-Laurent-des-Eaux](#) (INB 74).

2.2.1 Réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Les réexamens périodiques des installations les plus anciennes, telles que les INB 35 et 118, présentent des enjeux particuliers. Ces réexamens doivent traiter de la maîtrise des conditions d'entreposage des déchets en incluant les déchets historiques, de la reprise

et du conditionnement de ces déchets en vue d'une évacuation dans la filière dédiée ainsi que de l'assainissement programmé des bâtiments. En lien avec ces enjeux, les réexamens doivent permettre d'assurer la maîtrise des impacts des rejets dans les milieux (sols, eaux souterraines ou encore eaux marines pour l'INB 118).

Pour les installations plus récentes que sont Cedra et Chicade, les réexamens périodiques mettent en exergue des problématiques plus génériques. La tenue des bâtiments en cas d'agressions internes et externes (séisme, incendie, foudre, inondation, chute d'aéronef) constitue un des points importants.

2.2.2 Réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs

Le CSA et le CSM sont soumises à l'obligation de réexamen périodique. Leurs réexamens présentent la particularité de traiter de la maîtrise des risques et des inconvénients sur le long terme, en plus de réévaluer leur maîtrise en exploitation. Ils ont donc pour objectif, si nécessaire, de réviser les scénarios, modèles et hypothèses de long terme afin de confirmer la bonne maîtrise des risques et inconvénients dans le temps. Les réexamens périodiques de ces deux installations, bien qu'à des stades d'avancement différents (dossier déposé en avril 2019 pour le CSM, instruction de l'ASN en cours de finalisation pour le CSA), mettent ainsi en exergue la nécessité de progresser sur la connaissance des impacts à long terme liés aux toxiques chimiques contenus dans les déchets, ainsi que sur la connaissance des impacts des radionucléides sur l'environnement.

Les réexamens successifs doivent également permettre de préciser les dispositions techniques prévues par l'exploitant pour assurer la maîtrise des inconvénients de l'installation à long terme, notamment pour la couverture qui participe au confinement final des massifs de stockage. La pérennité de la couverture du CSM est, avec la conservation de la mémoire pour les générations futures, l'axe prépondérant du réexamen d'un centre de stockage de déchets radioactifs.

De plus, ces réexamens permettent de préciser, au fil du temps, les dispositions que l'exploitant prévoit de mettre en œuvre pour permettre une surveillance sur le long terme du comportement du stockage.

2.3 Stratégie de gestion des déchets du CEA et appréciation de l'ASN

• La typologie de déchets du CEA

Le CEA exploite des installations de nature diverse, couvrant l'ensemble des activités liées au cycle nucléaire : des laboratoires et usines liés aux recherches sur le cycle du combustible, mais également des réacteurs d'expérimentation.

Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement.

Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés et recouvrent notamment :

- des déchets produits par l'exploitation des installations de recherche (tenues de protection, filtres, pièces et composants métalliques, déchets liquides...);
- des déchets issus d'opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens (déchets cimentés, sodés, magnésiens, mercuriels...);
- des déchets consécutifs à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations (déchets de graphite, gravats, terres contaminées...).

Le spectre de contamination de ces déchets est également large avec, en particulier, la présence d'émetteurs alpha dans les activités liées aux recherches sur le cycle du combustible, d'émetteurs bêta-gamma pour les déchets de fonctionnement issus des réacteurs d'expérimentation.

Pour gérer ces déchets, le CEA dispose d'installations spécifiques (de traitement, de conditionnement et d'entreposage). Certaines d'entre elles sont mutualisées pour l'ensemble des centres du CEA, comme la station de traitement des effluents liquides de [Marcoule](#) ou la station de traitement des déchets de [Cadarache](#).

• Les enjeux

Les principaux enjeux pour le CEA en matière de gestion des déchets radioactifs sont :

- la rénovation d'installations ou la mise en service de nouvelles installations permettant le traitement, le conditionnement et l'entreposage des effluents, des combustibles usés et des déchets dans des conditions de sûreté et de radioprotection satisfaisantes et dans des délais compatibles avec les engagements pris pour l'arrêt des installations anciennes dont le niveau de sûreté ne répond pas aux exigences actuelles ;
- la conduite des projets de reprise et de conditionnement des déchets anciens.

L'ASN constate la difficulté du CEA à maîtriser pleinement ces enjeux et à mener en parallèle l'ensemble des projets associés, en particulier de démantèlement.

• L'examen par l'ASN de la stratégie de gestion des déchets du CEA

Le dernier examen par l'ASN de la stratégie du CEA, qui avait abouti en 2012, avait montré que la gestion des déchets s'était globalement améliorée depuis l'examen réalisé en 1999. L'ASN observait néanmoins que certains aspects de cette stratégie étaient à améliorer, en particulier concernant la gestion des déchets solides de moyenne activité à vie longue et des déchets liquides de faible ou moyenne activité, qui devaient donc être consolidés. À la demande conjointe de l'ASN et l'ASND, le CEA a effectué un réexamen global de sa stratégie de démantèlement et de gestion des matières et des déchets radioactifs et a remis en décembre 2016 les résultats de ces travaux. L'instruction de ce rapport a permis aux deux autorités de rendre un [avis conjoint](#) sur cette stratégie en mai 2019 (voir encadré dans le chapitre 13 pour plus de détails).

L'ASN et l'ASND estiment que la définition de la stratégie de démantèlement des installations et la mise à jour de la stratégie de gestion des déchets et des matières du CEA résultent d'un travail approfondi. Il apparaît acceptable que le CEA envisage un échelonnement des opérations de démantèlement, compte tenu des moyens alloués par l'État, et du nombre important d'installations en démantèlement, pour lesquelles des capacités de reprise de déchets ainsi que d'entreposage, devront être construites.

Concernant la stratégie de gestion des matières et des déchets, les deux autorités constatent plusieurs fragilités dans la stratégie du CEA, du fait notamment de la mutualisation entre centres envisagée, par exemple, pour la gestion des effluents radioactifs aqueux ou des déchets radioactifs solides, conduisant à ne disposer, pour certaines opérations, que d'une seule installation. Les deux autorités notent aussi des incertitudes relatives à la gestion des combustibles usés ou des matières irradiées, qui devra être précisée.

L'ASN et l'ASND ont donc fait plusieurs demandes au CEA visant à limiter ces fragilités, à consolider sa stratégie et à préciser le calendrier de réalisation.

Elles demandent que le CEA rende compte régulièrement de l'avancement des projets de démantèlement et de gestion des déchets, et qu'une communication régulière vis-à-vis du public soit réalisée, suivant les modalités appropriées à la nature des installations, civiles ou de défense. Elles souhaitent, enfin, que soient mises en œuvre des dispositions de contrôle particulières quant à l'avancement de ces projets.

2.4 Stratégie de gestion des déchets d'Orano et appréciation de l'ASN

L'usine de traitement des combustibles usés de l'établissement de La Hague présente les principaux enjeux en termes de gestion des déchets radioactifs chez Orano. Les déchets présents sur le site de La Hague comprennent, d'une part, les déchets issus du traitement du combustible usé, provenant généralement de centrales nucléaires de production d'électricité, mais également de réacteurs de recherche, d'autre part, les déchets liés au fonctionnement des différentes installations du site. La majorité de ces déchets restent la propriété de l'exploitant qui fait procéder au traitement de ses combustibles usés, qu'ils soient français ou étrangers. Les déchets français sont orientés vers les filières de gestion précédemment décrites, alors que les déchets étrangers sont renvoyés dans leur pays d'origine. Sur le site du Tricastin, Orano produit également des déchets liés aux activités de l'amont du cycle (production des combustibles nucléaires), essentiellement contaminés par des émetteurs alpha.

Orano (anciennement Areva) a remis mi-2016 à l'ASN et à l'ASND un dossier présentant la stratégie de gestion des démantèlements et des déchets des installations françaises du groupe, ainsi que son application pratique sur les sites de [La Hague](#) et du [Tricastin](#). Ce dossier, pour lequel des compléments ont été reçus en 2017, est en cours d'instruction. Orano a par ailleurs transmis, en 2018, des engagements généraux et particuliers pour les sites de La Hague et de Tricastin. Afin de s'assurer de la capacité d'Orano à respecter les échéances de sa stratégie, elle a initié une démarche innovante d'inspection de gestion de projet en 2019. L'ASN rendra un avis sur cette stratégie en 2020. Le dernier examen de la stratégie de gestion des déchets d'Orano date de 2005 et ne portait que sur le site d'Areva NC La Hague.

• Les enjeux

Les principaux enjeux liés à la gestion des déchets de l'exploitant Orano ont trait en particulier :

- à la sûreté des installations d'entreposage des déchets anciens. Sur le site de [La Hague](#), des installations dédiées à la reprise et au conditionnement puis à l'entreposage des déchets anciens doivent être conçues, construites puis mises en service. Ces projets complexes rencontrent des difficultés techniques, qui peuvent rendre nécessaires certains aménagements des délais fixés par l'ASN (voir chapitre 13). De plus, les capacités d'entreposage sur site doivent être anticipées avec des marges prudentes, afin de prévenir leur saturation. Sur le site du Tricastin, les déchets historiques entreposés nécessitent des actions importantes en termes de caractérisation et de recherche d'options de gestion. Les conditions d'entreposage dans certaines installations du Tricastin ne répondent pas aux exigences de sûreté actuelles et doivent être améliorées ;
- à la définition de solutions pour le conditionnement des déchets, en particulier des déchets anciens. Ces solutions doivent faire l'objet d'un accord préalable de l'ASN, conformément à l'article 6.7 de l'arrêté du 7 février 2012 (voir point 2.2.2). La maîtrise des échéances de conditionnement est un axe particulièrement important, qui nécessite le développement de programmes de caractérisation pour démontrer la faisabilité des procédés de conditionnement retenus et identifier suffisamment tôt les risques susceptibles d'impacter significativement le projet. Le cas échéant, lorsque la faisabilité du conditionnement défini ne peut pas être établie dans des délais compatibles avec les échéances prescrites, il est nécessaire pour l'exploitant de prévoir une solution alternative, incluant en particulier des entreposages intermédiaires, permettant la reprise et la caractérisation des déchets historiques dans les meilleurs délais. L'article L. 542-1-3 du code de l'environnement, qui impose que les déchets MA-VL produits avant 2015 soient conditionnés au plus tard fin 2030, renforce cet enjeu.

Dans le cadre des opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD), Orano étudie des solutions de conditionnement nécessitant le développement de nouveaux procédés, notamment pour les déchets MA-VL suivants :

- les boues provenant de l'installation [STE2](#) de La Hague ;
- les déchets technologiques émetteurs de rayonnement alpha provenant principalement des usines de La Hague et [Melox](#) (Gard) ne pouvant pas être stockés en surface.

Pour d'autres types de déchets MA-VL issus des opérations de RCD, Orano étudie la possibilité d'adapter des procédés existants (compactage, cimentation, vitrification). Une partie des référentiels de conditionnement associés est en cours d'instruction par l'ASN.

2.5 Stratégie de gestion des déchets d'EDF et appréciation de l'ASN

Les déchets radioactifs produits par EDF proviennent de plusieurs activités distinctes. Ils s'agit notamment des déchets résultant de l'exploitation des centrales nucléaires qui sont constitués de déchets activés dans les cœurs des réacteurs, et de déchets résultant de leur fonctionnement et de leur maintenance. À cela s'ajoutent certains déchets anciens, ainsi que les déchets issus des opérations de démantèlement en cours. EDF est également propriétaire de déchets HA et MA-VL issus du traitement des combustibles usés dans l'usine Orano de La Hague, pour la part qui lui est attribuée.

• Les déchets activés

Ces déchets sont notamment les grappes de commande et les grappes de contrôle utilisées pour le fonctionnement des réacteurs. Ce sont des déchets MA-VL dont les quantités produites sont faibles. Ils sont actuellement entreposés dans les piscines d'entreposage du combustible dans les centrales nucléaires, en attendant d'être transférés dans l'installation Iceda, lorsqu'elle sera mise en service.

• Les déchets d'exploitation et d'entretien

Une partie des déchets est traitée par fusion ou incinération dans l'installation Centraco, dans le but de réduire le volume des déchets ultimes. Les autres types de déchets de fonctionnement et

de maintenance sont conditionnés sur le site de production puis expédiés pour stockage au CSA ou au Cires (voir points 1.3.1 et 1.3.2). Ils contiennent des émetteurs bêta et gamma et peu ou pas d'émetteurs alpha. EDF a remis fin 2013 un dossier présentant sa stratégie en matière de gestion des déchets. Après instruction, l'ASN a notamment demandé à EDF, en 2017, de poursuivre ses mesures pour réduire les incertitudes associées à l'activité des déchets envoyés au CSA, d'améliorer ses dispositions organisationnelles pour garantir des ressources suffisantes à la gestion des déchets radioactifs et de présenter la filière la plus appropriée pour le traitement des générateurs de vapeur usés. Enfin, le traitement des tubes de guide de grappes usés (TGG)⁽¹²⁾ du parc EDF (environ 2000) devrait être réalisé par Cyclife France sur l'installation Centraco. Ce projet comporterait trois étapes successives (entreposage, traitement avant fusion puis conditionnement pour évacuation vers le CSA exploité par l'Andra). Les différentes demandes d'autorisation relatives à ce projet sont en cours d'instruction par l'ASN.

• Les enjeux

Les principaux enjeux associés à la stratégie de gestion des déchets d'EDF concernent :

- la gestion des déchets anciens. Il s'agit principalement des déchets de structure (chemises en graphite) des combustibles de la filière de réacteurs UNGG. Ces déchets pourraient être stockés dans un centre de stockage pour les déchets de type FA-VL (voir point 1.3.4). Ils sont entreposés principalement dans des silos semi-enterrés à Saint-Laurent-des-Eaux. Les déchets de graphite sont également présents sous forme d'empilements dans les réacteurs UNGG en cours de démantèlement. EDF a mené, dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, une étude de fiabilisation de l'activité de ces déchets et a remis ses conclusions en décembre 2019. Ce rapport fera l'objet d'une instruction par l'ASN ;
- les évolutions liées au cycle du combustible. La politique d'EDF en matière d'utilisation du combustible (voir chapitre 10) a des conséquences sur les installations du cycle (voir chapitre 11) et sur les quantités et la nature des déchets produits. L'ASN a rendu un [avis sur la cohérence du cycle du combustible](#) nucléaire en octobre 2018 (voir chapitre 11).

3. La gestion des résidus miniers et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium

L'exploitation des mines d'uranium en France entre 1948 et 2001 a conduit à la production de 76 000 tonnes d'uranium. Des activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites en France, répartis sur 27 départements dans les huit régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le traitement des minerais a, quant à lui, été réalisé dans 8 usines. Aujourd'hui, les anciennes mines d'uranium sont presque toutes sous la responsabilité d'Orano Mining.

On peut distinguer deux catégories de produits issus de l'exploitation des mines d'uranium :

- les stériles miniers, qui désignent les roches excavées pour accéder au minerai. La quantité de stériles miniers extraits est évaluée à environ 167 millions de tonnes ;
- les résidus de traitement, qui désignent les produits restants, après extraction de l'uranium contenu dans le minerai, par

traitement statique ou dynamique. En France, ces résidus représentent 50 millions de tonnes, réparties dans 17 stockages. Ces sites sont des ICPE et leur impact sur l'environnement est contrôlé.

• Le contexte réglementaire

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du [code minier](#). Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Les mines et les stockages de résidus miniers ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN.

Dans le cas spécifique des anciennes mines d'uranium, un plan d'action a été défini par la [circulaire n° 2009-132 du 22 juillet 2009](#) du ministre chargé de l'environnement et du président de l'ASN du 22 juillet 2009, selon les axes de travail suivants :

- contrôler les anciens sites miniers ;

12. Les TGG, actuellement entreposés dans les piscines des centrales nucléaires, servent à guider les grappes de commande dans les réacteurs. Ces pièces sont notablement activées, notamment en partie basse. Les TGG déposés sont considérés par EDF comme des déchets radioactifs, à traiter dans des filières d'élimination ou de traitement dédiées.

- améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et leur surveillance;
- gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire);
- renforcer l'information et la concertation.

• Le comportement à long terme des sites

Le réaménagement des sites de stockage de résidus de traitement d'uranium a été rendu possible par la mise en place d'une couverture solide sur les résidus, afin d'assurer une barrière de protection géochimique et radiologique permettant de limiter les risques d'intrusion, d'érosion, de dispersion des produits stockés ainsi que des produits liés à l'exposition externe et interne des populations voisines.

Les études remises dans le cadre du PNGMDR ont permis d'améliorer les connaissances concernant :

- l'impact dosimétrique des stockages de résidus miniers sur l'homme et l'environnement, avec notamment la comparaison des données issues de la surveillance et des résultats de modélisation;
- l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme des verses à stériles et des stériles dans le domaine public, en lien avec les résultats acquis dans le cadre de la circulaire du 22 juillet 2009;
- la stratégie à retenir pour l'évolution du traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers;
- la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et les lacs;
- la méthodologie d'évaluation de la tenue à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus;
- les phénomènes de transport de l'uranium des verses à stériles vers l'environnement;
- les mécanismes régissant la mobilité de l'uranium et du radium au sein des résidus miniers uranifères.

Conformément à l'[avis n° 2016-AV-0255 de l'ASN du 9 février 2016](#), ces différentes études se poursuivent dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, ainsi que des travaux de deux groupes de travail technique portant sur :

- le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium, le [rapport d'étape](#) des travaux a été publié sur le site de l'ASN;
- la gestion des eaux issues des anciens sites miniers uranifères.

Ainsi, en janvier 2017, Orano Mining a complété son étude sur la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et les lacs. En janvier et juin 2018, deux rapports d'étape associés à la réactivité, respectivement des résidus

et des stériles miniers, ont été transmis par Orano Mining. Le bilan d'étape sur la gestion des stations de traitement des eaux des anciens sites uranifères, reçu en janvier 2018, sera analysé dans le cadre du groupe de travail technique du PNGMDR dédié à la gestion des eaux. Le groupe de travail technique du PNGMDR sur le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus s'attachera à prendre en considération les deux dossiers géotechniques des ouvrages des sites des Bois-Noirs et de l'Écarpière, reçus en décembre 2018, lors de l'élaboration de la méthodologie d'évaluation de la stabilité de ce type d'ouvrage.

• La gestion des stériles miniers réutilisés

Pour l'essentiel, les stériles sont restés sur leur site de production (en comblement des mines, pour les travaux de réaménagement ou sous forme de verses). Néanmoins, de 1 à 2 % des stériles miniers ont pu être utilisés comme matériaux de remblai, de terrassement ou en tant que soubassements routiers dans des lieux publics situés à proximité des sites miniers. Si, depuis 1984, la réutilisation des stériles dans le domaine public fait l'objet d'une traçabilité, l'état des connaissances des réutilisations antérieures à 1984 reste incomplet. L'ASN et le ministère chargé de l'environnement ont demandé à Orano Mining, dans le cadre du plan d'action établi à la suite de la circulaire du 22 juillet 2009, de recenser les stériles miniers réutilisés dans le domaine public afin de vérifier la compatibilité des usages et d'en réduire les impacts si nécessaire.

Orano Mining a ainsi mis en œuvre un plan d'action qui se décline en trois grandes phases :

- survol aérien autour des anciens sites miniers français pour identifier des singularités radiologiques;
- contrôle au sol des zones identifiées lors du survol pour vérifier la présence de stériles;
- traitement des zones d'intérêt incompatibles avec l'usage des sols.

La deuxième phase de ce plan d'action a été achevée en 2014. Le ministère chargé de l'environnement a défini les modalités de gestion des cas de présence avérée de stériles miniers dans une instruction aux préfets du 8 août 2013. Certains travaux ont été réalisés depuis 2015 sur des sites classés comme prioritaires, c'est-à-dire dont le calcul de dose efficace annuelle ajoutée hors radon dû à la présence de stériles sur des scénarios génériques dépasse la valeur de 0,6 mSv/an (millisievert par an) sur la base d'une étude d'impact radiologique.

Dans le cadre du [PNGMDR 2016-2018](#), un bilan des actions menées lors du recensement des stériles dans le domaine public a été transmis par Orano en janvier 2018. L'instruction de ce bilan est en cours d'instruction par l'ASN.

4. La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives

Un [site pollué](#) par des substances radioactives se définit comme un site, abandonné ou en exploitation, sur lequel des substances radioactives, naturelles ou artificielles, ont été ou sont mises en œuvre ou entreposées dans des conditions telles que le site peut présenter des risques pour la santé ou l'environnement.

La pollution par des substances radioactives peut résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche impliquant des substances radioactives. Elle peut concerner les lieux d'exercice de ces activités, mais également leur voisinage, immédiat ou plus éloigné. Les activités concernées sont, en général, soit des activités nucléaires, telles que définies par le code de la santé publique, soit des activités concernées par la radioactivité naturelle.

Toutefois, la plupart des sites pollués par des substances radioactives nécessitant actuellement une gestion ont été le

siège d'activités industrielles passées, à une époque où la perception des risques liés à la radioactivité n'était pas la même qu'aujourd'hui. Les principaux secteurs industriels à l'origine des pollutions radioactives actuellement recensées sont l'extraction du radium pour les besoins de la médecine et pour la parapharmacie, au début du XX^e siècle jusqu'à la fin des années 1930, la fabrication et l'application de peintures radioluminescentes pour la vision nocturne, ainsi que les industries exploitant des minerais tels que la monazite ou les zircons. La gestion d'un site pollué par des substances radioactives est une gestion au cas par cas, qui nécessite de disposer d'un diagnostic précis du site.

L'article L. 125-6 du code de l'environnement prévoit que l'État élabore, au regard des informations dont il dispose, des secteurs d'information sur les sols. Ceux-ci doivent comprendre les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment

en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en œuvre de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé, la salubrité publique et l'environnement. Le [décret n° 2015-1353 du 26 octobre 2015](#) définit les modalités d'application de ce dispositif.

Les Dreal pilotent la démarche d'élaboration des secteurs d'information sur les sols sous l'autorité des préfets. Les divisions territoriales de l'ASN y contribuent en informant les Dreal des sites présentant des pollutions liées à des substances radioactives dont elles ont connaissance. La démarche d'élaboration de ces secteurs d'information est progressive et n'a pas vocation à être exhaustive. À terme, ces sites ont vocation à être inscrits dans les documents d'urbanisme.

Plusieurs inventaires des sites pollués sont disponibles pour le public et sont complémentaires : l'[inventaire national](#) de l'Andra, mis à jour tous les trois ans, qui comprend les sites identifiés comme pollués par des substances radioactives (l'édition de 2018 est disponible sur [andra.fr](#)), ainsi que les [bases de données](#) consacrées aux sites et sols pollués du ministère chargé de l'environnement.

L'ASN estime par ailleurs que les parties prenantes et les publics concernés doivent être impliqués le plus en amont possible dans la démarche de réhabilitation d'un site pollué par des substances radioactives.

L'ASN rappelle également qu'en application du principe « pollueur-payeur » inscrit dans le code de l'environnement les responsables de la pollution financent les opérations de réhabilitation du site pollué et de l'élimination des déchets qui résultent de ces opérations. En cas de défaillance des responsables, l'Andra assure, au titre de sa mission de service public et sur réquisition publique, la remise en état des sites de pollutions radioactives.

Dans le cas des sites et sols pollués sans responsable connu, l'État assure le financement de leur assainissement, par une subvention publique prévue à l'article L. 542-12-1 du code de l'environnement. La Commission nationale des aides dans le domaine radioactif ([CNAR](#)) émet des avis sur l'utilisation de cette subvention, tant sur les priorités d'attribution des fonds que sur les stratégies

de traitement des sites pollués et sur les principes de prise en charge aidée des déchets.

Au titre de l'article D.542-15 du code de l'environnement, la composition de la CNAR est la suivante :

- des « membres de droits », les représentants des ministères chargés de l'environnement et de l'énergie, de l'Andra, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), de l'IRSN, du CEA, de l'ASN et de l'association des maires de France ;
- des membres mandatés pour quatre ans par les ministres en charge de l'énergie, de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (le président de la CNAR, deux représentants d'associations environnementales et un représentant d'un établissement public foncier).

Les membres de la CNAR ont élu en 2019 M. Dubot Didier comme président de la commission pour un mandat de quatre ans. La commission s'est réunie quatre fois en 2019, notamment sur le suivi de la gestion de sites pollués en cours, comme le site de Champlay, ou pour la gestion de terres issus de l'assainissement d'anciens sites historiques, comme le cas des terres de l'usine Bayard.

Lorsque la pollution est due à une installation relevant d'une police spéciale (INB, ICPE ou activité nucléaire relevant du code de la santé publique), la gestion de ces sites relève du même régime de contrôle. Dans le cas contraire, le préfet contrôle les mesures prises en matière de gestion du site pollué.

En matière de gestion des sites pollués radioactifs relevant du régime des ICPE et du code de la santé publique, que le responsable soit solvable ou défaillant, le préfet s'appuie sur l'avis de l'inspection des installations classées, de l'ASN et de l'agence régionale de santé pour valider le projet de réhabilitation du site et encadre la mise en œuvre des mesures de réhabilitation par arrêté préfectoral. Ainsi, l'ASN peut être sollicitée par les services préfectoraux et l'inspection des installations classées pour rendre son avis sur les objectifs d'assainissement d'un site.

Contrôle de l'ASN concernant les différents sites miniers d'uranium et sols pollués par des substances radioactives

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Le contrôle des modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers en dehors des sites de production ou des stockages sont de la responsabilité du préfet, sur propositions des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal).

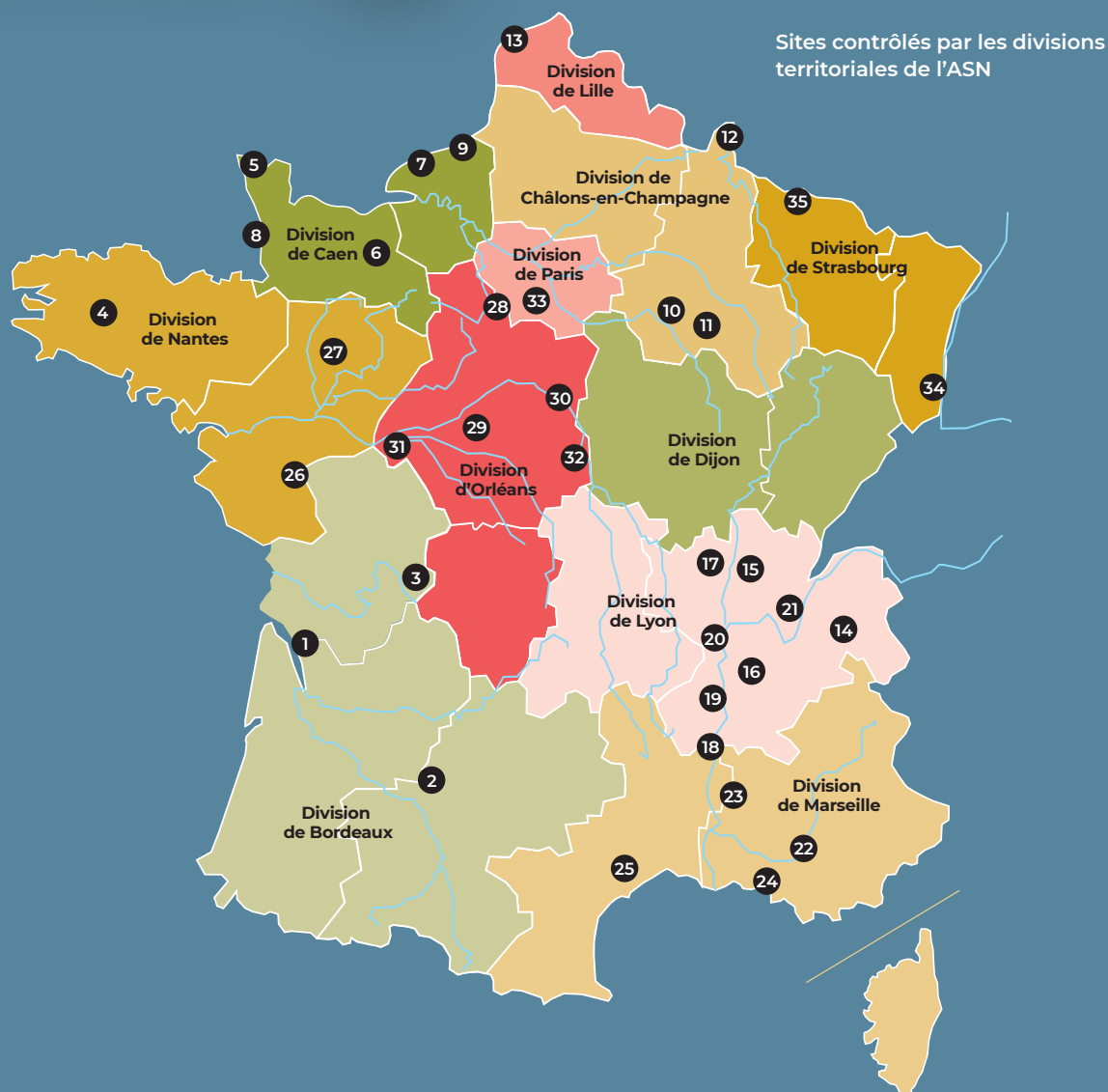
Ainsi, les mines, les stockages de résidus miniers, les modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers dans le domaine public ou la gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives sans responsable solvable ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN. L'ASN intervient en appui des services de l'État, à leur demande, en ce qui concerne la radioprotection des travailleurs et du public, ainsi que les filières de gestion des déchets, des résidus et des stériles miniers. De plus, dans le cadre du PNGMDR, l'ASN rend des avis sur les études remises afin, par exemple, d'améliorer les connaissances sur

l'évolution de l'impact radiologique à long terme des anciens sites miniers sur le public et l'environnement.

Elle peut, à la demande de l'autorité compétente, émettre des avis quant à la gestion de ces sites. En octobre 2012, l'ASN a arrêté sa [doctrine](#) en matière de gestion des sites pollués par des substances radioactives qui précise les principes fondamentaux qu'elle retient. Dans l'hypothèse où, en fonction des caractéristiques du site, la démarche de référence d'assainissement complet poserait des difficultés de mise en œuvre, il convient, en tout état de cause, d'aller aussi loin que raisonnablement possible dans le processus d'assainissement et d'apporter les éléments, d'ordre technique ou économique, justifiant que les opérations d'assainissement ne peuvent être davantage poussées et sont compatibles avec l'usage établi ou envisagé du site.

La doctrine de l'ASN définit des dispositions à prendre dans le cas où l'assainissement complet n'est pas atteint. Sur la base du retour d'expérience et de l'évolution réglementaire opérée en 2018, l'ASN a engagé des réflexions sur cette doctrine.

Annexe



DIVISION DE BORDEAUX

1 ▲ Blayais 2 ▲ Golfech 3 ▲ Civaux

DIVISION DE CAEN

4 ▲ Brennilis 5 ▲ La Hague 6 ● Caen 7 ▲ Paluel
8 ▲ Flamanville 9 ▲ Penly

DIVISION DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

10 ▲ Nogent-sur-Seine 11 ▲ Soulaïnes-Dhuys 12 ▲ Chooz

DIVISION DE LILLE

13 ▲ Gravelines

DIVISION DE LYON

16 ● Grenoble 15 ▲ Bugey 16 ▲ Romans-sur-Isère
17 ▲ Dagneux 18 ▲ Tricastin
19 ▲ Cruas-Meysses 20 ▲ Saint-Alban
21 ▲ Creys-Malville

DIVISION DE MARSEILLE

22 ● Cadarache 23 ▲ Marcoule 24 ● Marseille
25 ● Malvési

DIVISION DE NANTES

26 ● Pouzauges 27 ● Sablé-sur-Sarthe

DIVISION D'ORLÉANS

28 ● Saclay 29 ▲ Saint-Laurent-des-Eaux
30 ▲ Dampierre-en-Burly 31 ● Chinon
32 ▲ Belleville-sur-Loire 33 ● Fontenay-aux-Roses

DIVISION DE STRASBOURG

34 ▲ Fessenheim 35 ▲ Cattenom

TYPES D'INSTALLATIONS

▲ Centrales nucléaires
■ Usines

● Installations de recherche
■ Stockages de déchets
● Autres

LISTE DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE AU 31 DÉCEMBRE 2019

Pour assurer le contrôle de l'ensemble des activités et installations nucléaires civiles en France, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est dotée d'une organisation territoriale s'appuyant sur onze divisions basées à [Bordeaux](#), [Caen](#), [Châlons-en-Champagne](#), [Dijon](#), [Lille](#), [Lyon](#), [Marseille](#), [Nantes](#), [Orléans](#), [Paris](#) et [Strasbourg](#).

Les divisions de Caen et d'Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des installations nucléaires de base (INB). La division de Paris intervient dans les régions d'outre-mer et le département de Mayotte et celle de Marseille dans la collectivité de Corse pour le contrôle de la radioprotection et du transport de substances radioactives.

Est qualifiée d'INB une installation qui, de par sa nature, ou en raison de la quantité ou de l'activité des substances radioactives qu'elle contient, est soumise à un régime spécifique de contrôle défini par le [code de l'environnement](#) (titre IX de son livre V). Ces installations doivent être autorisées par décret pris après enquête publique et avis de l'ASN. Leurs conception, construction, exploitation et démantèlement sont réglementés.

Sont des INB :

1. les réacteurs nucléaires ;
2. les grandes installations de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;
3. les grandes installations contenant des substances radioactives ou fissiles ;
4. les grands accélérateurs de particules ;
5. les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs.

Sauf pour les réacteurs nucléaires et les éventuels futurs centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs qui sont tous des INB, la section 1 intitulée « [Nomenclature des installations nucléaires de base](#) » du chapitre III du titre IX du livre V de la partie réglementaire du code de l'environnement fixe, pour chaque catégorie, les seuils d'entrée dans le régime des INB.

Pour des raisons techniques ou juridiques, le concept d'installation nucléaire de base peut recouvrir des réalités physiques différentes : ainsi, sur un centre nucléaire de production d'électricité, chaque réacteur peut être considéré comme une INB particulière, ou bien une même INB peut être constituée de deux réacteurs. De même, une usine du cycle du combustible ou un centre du CEA peut être constitué de plusieurs INB. Ces différentes configurations ne changent rien aux conditions de contrôle.

Relèvent du régime des INB :

- les installations en construction, dès lors qu'elles ont fait l'objet d'un décret d'autorisation de création ;
- les installations en fonctionnement ;
- les installations à l'arrêt et en cours de démantèlement, jusqu'à leur déclassement par l'ASN.

Au 31 décembre 2019, le nombre d'INB (au sens d'entités juridiques) était de 124.

Les INB déclarées sont celles qui existaient antérieurement à la publication du [décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963](#) relatif aux installations nucléaires et que ni ledit décret ni le code de l'environnement n'ont soumis à autorisation mais à déclaration au titre du bénéfice des droits acquis (voir articles L. 593-35 et L. 593-36 du code de l'environnement).

Les numéros d'INB manquants correspondent à des installations ayant figuré dans des éditions précédentes de la liste, mais ne constituant plus des INB à l'issue de leur déclassement (voir chapitre 13) ou ayant été autorisées comme nouvelles INB.

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE BORDEAUX

1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 1 et 2) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	86
1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 3 et 4) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	110
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 1) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	135
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 2) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	142
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 1) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	158
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 2) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	159

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE CAEN

4 Brennilis	MONTES D'ARRÉE (EL 4 D) 29530 Loqueffret (Finistère)	EDF	Réacteur	162
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES IRRADIÉS (UP 2-400) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	33
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STE 2) ET ATELIER DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES OXYDE (ATI) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	38
5 La Hague	ATELIER ELAN IIB 50100 Cherbourg (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	47
5 La Hague	CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE (CSM) 50440 Digulleville (Manche)	Andra	Stockage de substances radioactives	66
5 La Hague	ATELIER HAUTE ACTIVITÉ OXYDE (HAO) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	80
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP 3-A) 50107 Cherbourg (Cedex) (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	116
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP 2-800) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	117
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES ET DES DÉCHETS SOLIDES (STE 3) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	118
6 Caen	GRAND ACCÉLÉRATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS (GANIL) 14021 Caen Cedex (Calvados)	G.I.E. GANIL	Accélérateur de particules	113
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 1) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	103
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 2) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	104
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 3) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	114
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 4) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	115
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 1) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	108
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 2) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	109
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 3 - EPR) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	167
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 1) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	136
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 2) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	140

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 1) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	129
10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 2) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	130
11 Soullaines-Dhuys	CENTRE DE STOCKAGE DE L'AUBE (CSA) 10200 Bar-sur-Aube (Aube)	Andra	Stockage en surface de substances radioactives	149
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 1) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	139
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 2) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	144
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DES ARDENNES (CNA-D) (CHOOZ A) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	163

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE LILLE				
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 1 et 2) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	96
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 3 et 4) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	97
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 5 et 6) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	122
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE LYON				
14 Grenoble	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STED) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	CEA	Transformation de substances radioactives	36
14 Grenoble	RÉACTEUR À HAUT FLUX (RHF) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	Institut Max Von Laue Paul Langevin (ILL)	Réacteur	67
14 Grenoble	ENTREPOSAGE DE DÉCROISSANCE (STD) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	CEA	Entreposage de substances radioactives	79
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteur 1) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteur	45
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 2 et 3) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	78
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 4 et 5) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	89
15 Bugey	MAGASIN INTERRÉGIONAL DU BUGEY (MIR) BP 60120 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Entreposage de combustible neuf	102
15 Bugey	INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS ACTIVÉS (ICEDA) 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	173
16 Romans-sur-Isère	UNITÉ DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (FBFC) 26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)	Framatome	Fabrication de substances radioactives	98
16 Romans-sur-Isère	USINE DE FABRICATION D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES (CERCA) 26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)	Framatome	Fabrication de substances radioactives	63
17 Dagneux	INSTALLATION D'IONISATION DE DAGNEUX Z.I. Les Chartinières 01120 Dagneux (Ain)	Ionisos	Utilisation de substances radioactives	68
18 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 1 et 2) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	87
18 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 3 et 4) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	88
18 Tricastin	USINE GEORGES BESSE DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR DIFFUSION GAZEUSE (EURODIF) 26702 Pierrelatte Cedex (Drôme et Vaucluse)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	93
18 Tricastin	USINE DE PRÉPARATION D'HEXAFLUORURE D'URANIUM (COMURHEX) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	105
18 Tricastin	INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT ET DE RÉCUPÉRATION DE L'URANIUM (IARU) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Cycle	Usine	138
18 Tricastin	INSTALLATION TU5 et W BP 16 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	155
18 Tricastin	BASE CHAUDE OPÉRATIONNELLE DU TRICASTIN (BCOT) BP 127 84500 Bollène (Vaucluse)	EDF	Maintenance nucléaire	157
18 Tricastin	USINE GEORGES BESSE II DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR CENTRIFUGATION (GB II) 84500 Bollène, 26702 Pierrelatte Cedex et 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Cycle	Transformation de substances radioactives	168
18 Tricastin	AREVA TRICASTIN LABORATOIRES D'ANALYSES (ATLAS) 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Cycle	Laboratoire destiné à l'utilisation de substances radioactives	176
18 Tricastin	PARCS URANIFÈRES DU TRICASTIN 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Cycle	Entreposage de matières radioactives	178
18 Tricastin	P35 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Cycle	Entreposage de matières radioactives	179
19 Cruas-Meyssse	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 1 et 2) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	111
19 Cruas-Meyssse	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 3 et 4) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	112
20 Saint-Alban	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 1) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	119
20 Saint-Alban	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 2) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	120
21 Creys-Malville	RÉACTEUR SUPERPHÉNIX 38510 Morestel (Isère)	EDF	Réacteur	91
21 Creys-Malville	ATELIER POUR L'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE (APEC) 38510 Creys-Mépieu (Isère)	EDF	Entreposage de substances radioactives	141

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE MARSEILLE				
22 Cadarache	INSTALLATION DE STOCKAGE PROVISoire et INSTALLATION D'ENTREPOSAGE À SEC DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES IRRADIÉS (PÉGASE-CASCAD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	22
22 Cadarache	CABRI 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	24
22 Cadarache	RAPSODIE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	25
22 Cadarache	ATELIER DE TECHNOLOGIE DU PLUTONIUM (ATPu) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication ou transformation de substances radioactives	32
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES DÉCHETS (STD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-A
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (STE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-B
22 Cadarache	MASURCA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	39
22 Cadarache	ÉOLE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	42
22 Cadarache	ATELIER D'URANIUM ENRICHI (ATUE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	52
22 Cadarache	MAGASIN CENTRAL DES MATIÈRES FISSILES (MCMF) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Dépôt de substances radioactives	53
22 Cadarache	LABORATOIRE DE PURIFICATION CHIMIQUE (LPC) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	54
22 Cadarache	LABORATOIRE D'EXAMENS DES COMBUSTIBLES ACTIFS (LECA) et STATION DE TRAITEMENT, D'ASSAINISSEMENT ET DE RECONDITIONNEMENT DE COMBUSTIBLES IRRADIÉS (STAR) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Utilisation de substances radioactives	55
22 Cadarache	PARC D'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	56
22 Cadarache	PHÉBUS 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	92
22 Cadarache	MINERVE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	95
22 Cadarache	LABORATOIRE D'ÉTUDES DE FABRICATIONS EXPÉRIMENTALES DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES AVANCÉS (LEFCA) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	123
22 Cadarache	CHICADE BP 1 - 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Laboratoire de recherche et développement	156
22 Cadarache	CEDRA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	164
22 Cadarache	MAGENTA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réception et expédition de matières nucléaires	169
22 Cadarache	ATELIER DE GESTION AVANCÉE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (AGATE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	171
22 Cadarache	RÉACTEUR JULES HOROWITZ (RJH) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	172
22 Cadarache	ITER 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	Organisation internationale ITER	Expérimentation de réaction de fusion nucléaire dans des plasmas de tritium et de deutérium	174
23 Marcoule	PHÉNIX 30205 Bagnols-sur-Cèze Cedex (Gard)	CEA	Réacteur	71
23 Marcoule	ATALANTE 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Laboratoire de recherche et développement et étude de production des actinides	148
23 Marcoule	USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (MELOX) BP 2 - 30200 Chusclan (Gard)	Orano Cycle	Fabrication de substances radioactives	151
23 Marcoule	CENTRACO 30200 Codolet (Gard)	Cyclife France	Traitement de déchets et effluents radioactifs	160
23 Marcoule	GAMMATEC 30200 Chusclan (Gard)	Synergy Health Marseille	Traitement par ionisation de matériaux, produits et matériels, à des fins industrielles et à des fins de recherche et de développement	170
23 Marcoule	DIADEM 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Entreposage de déchets radioactifs solides	177
24 Marseille	INSTALLATION D'IONISATION (GAMMASTER) M.I.N. 712 13323 Marseille Cedex 14 (Bouches-du-Rhône)	Synergy Health Marseille	Installation d'ionisation	147
25 Malvési	ENTREPOSAGE CONFINÉ DE RÉSIDUS ISSUS DE LA CONVERSION (ÉCRIN) 11100 Narbonne (Aude)	Orano Cycle	Entreposage de substances radioactives	175

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE NANTES

26 Pouzauges	INSTALLATION D'IONISATION DE POUZAUGES Z.I. de Monlifant 85700 Pouzauges (Vendée)	Ionisos	Installation d'ionisation	146
27 Sablé-sur-Sarthe	INSTALLATION D'IONISATION DE SABLÉ-SUR-SARTHE Z.I. de l'Aubrée 72300 Sablé-sur-Sarthe (Sarthe)	Ionisos	Installation d'ionisation	154

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION D'ORLÉANS

28 Saclay	ULYSSE 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteur	18
28 Saclay	USINE DE PRODUCTION DE RADIOÉLÉMENTS ARTIFICIELS (UPRA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CIS Bio International	Fabrication ou transformation de substances radioactives	29
28 Saclay	ZONE DE GESTION DES EFFLUENTS LIQUIDES (STELLA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Transformation de substances radioactives	35
28 Saclay	OSIRIS-ISIS 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteurs	40
28 Saclay	LABORATOIRE DE HAUTE ACTIVITÉ (LHA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	49
28 Saclay	LABORATOIRE D'ESSAIS SUR COMBUSTIBLES IRRADIÉS (LECI) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	50
28 Saclay	ZONE DE GESTION DE DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES (ZGDS) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Entreposage et conditionnement de substances radioactives	72
28 Saclay	INSTALLATIONS D'IRRADIATION (POSÉIDON) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	77
28 Saclay	ORPHÉE 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteur	101
29 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs A1 et A2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	46
29 Saint-Laurent-des-Eaux	SILOS D'ENTREPOSAGE DE CHEMISES DE GRAPHITE 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Entreposage de substances radioactives	74
29 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs B1 et B2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	100
30 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 1 et 2) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	84
30 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 3 et 4) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	85
31 Chinon	ATELIER DES MATÉRIAUX IRRADIÉS (AMI) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Utilisation de substances radioactives	94
31 Chinon	MAGASIN INTERRÉGIONAL DE CHINON (MIR) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Entreposage de combustible neuf	99
31 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B1 et B2) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	107
31 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B3 et B4) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	132
31 Chinon	CHINON A1 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	133
31 Chinon	CHINON A2 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	153
31 Chinon	CHINON A3 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	161
32 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 1) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	127
32 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 2) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	128
33 Fontenay-aux-Roses	PROCÉDÉ 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de recherche	165
33 Fontenay-aux-Roses	SUPPORT 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de traitement d'effluents et d'entreposage de déchets	166

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LA DIVISION DE STRASBOURG

34 Fessenheim	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHAIM (réacteurs 1 et 2) 68740 Fessenheim (Haut-Rhin)	EDF	Réacteurs	75
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 1) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	124
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 2) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	125
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 3) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	126
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 4) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	137

Crédits photos et infographies

Éditorial du collège: p. 2: ASN/V. Bourdon.

Éditorial du directeur général: p. 6: ASN/V. Bourdon.

Faits marquants: p. 16-17: ASN/Appa/G. Arroyo; p. 18-22: ASN;

p. 19: EDF Flamanville; p. 21: EDF – William Beaucardet;

p. 25: Michel Coquema; p. 27: Orano, Eric Larrayadieu.

Panorama régional: p. 72: ASN.

Chapitre 1: p. 96: ASN/Sipa/J.M. Nossant; p. 99-103-105-106: ASN;

p. 101: Collection La Contemporaine.

Chapitre 2: p. 116-127-128: ASN/V. Bourdon; p. 129: ASN.

Chapitre 3: p. 140: ASN/Sipa Press/G. Souvant.

Chapitre 4: p. 164: ASN/N. Robin; p. 167-168: ASN.

Chapitre 5: p. 176: ASN/V. Bourdon; p. 179: ASN/Sipa/P. Magne;

p. 183: Secrétariat de la CLI – Département de l'Isère.

Chapitre 6: p. 186-196-197: ASN; p. 191: HERCA; p. 197: STUK.

Chapitre 7: p. 200: ASN/Sipa Press/V. Damourette;

p. 218: ASN/Sipa/J.M. Nossant.

Chapitre 8: p. 230: ASN/Sipa/N. Gonzague; p. 245-254-255: ASN;

p. 248: NUVIA Process/ACTEMIUM NDT-PES; p. 251: SNCF.

Chapitre 9: p. 258: ASN/S. Cantaloube; p. 261: ASN; p. 267: EDF;

p. 270-271: Orano TN; p. 275: The Witness – photographe.

Chapitre 10: p. 278-281-282-283-286: ASN;

p. 285-292-300: ASN/Appa/G. Arroyo; p. 296: ASN/N. Robin;

p. 304: ASN/Sipa/J. Bauche; p. 314: EDF.

Chapitre 11: p. 316: Orano, Cyril Crespeau; p. 320-321: ASN;

p. 323: Orano Cycle.

Chapitre 12: p. 326: Iter Organization; p. 329-331: ASN;

p. 329: CEA.

Chapitre 13: p. 334: ASN/Sipa/G. Souvant; p. 340-344: ASN;

p. 342: Orano.

Chapitre 14: p. 350: ASN/Sipa/A. Finistre; p. 360: Andra;

p. 363: ASN.

Annexe: p. 370: ASN.

Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2019

15 rue Louis Lejeune – 92120 Montrouge

Centre d'information du public

Tél.: 33 (0)1 46 16 41 46 – E-mail: info@asn.fr

Directeur de la publication: Bernard Doroszczuk, Président

Rédactrice en chef: Marie-Christine Bardet

Secrétaire de rédaction: Fabienne Covard

Iconographie: Olivier Javay

ISSN 1967 – 5127

N° imprimeur: 14028-5-2019 – **Dépôt légal:** mai 2020

Conception et réalisation: BRIEF

Impression: Imprimerie Fabrègue



PEFC



AUTORITÉ
DE SÛRETÉ
NUCLÉAIRE

Faire progresser la sûreté
nucléaire et la radioprotection