

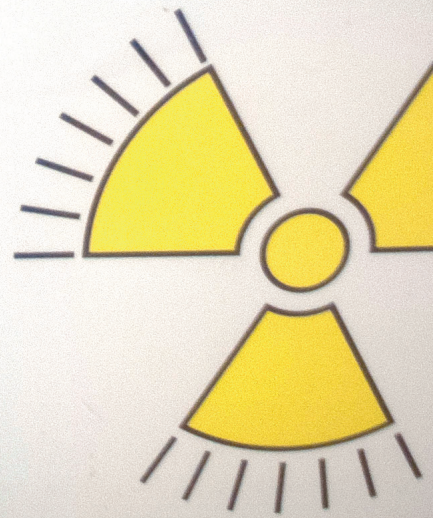
13.

LA DECHETS
NUCLEAIRES

SSE DE
OPRETE



ZONE JA



**ACCÈS RÉGLEM
RISQUE
D'IRRADIATIO**

LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE

1	Le cadre juridique et technique du démantèlement _____ 336	2.3	Les installations de l'amont du cycle du combustible nucléaire	4	Évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants _____ 345
1.1	Les enjeux du démantèlement	2.4	Les installations de l'aval du cycle du combustible	4.1	Évaluation de la stratégie de démantèlement d'EDF
1.2	La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement	2.5	Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets)	4.2	Évaluation de la stratégie de démantèlement d'Orano
1.2.1	Le démantèlement immédiat	3	Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée _____ 342	4.3	Évaluation de la stratégie de démantèlement du CEA
1.2.2	L'assainissement complet	3.1	L'approche graduée en fonction des enjeux des installations	Annexe	
1.3	L'encadrement du démantèlement	3.2	Le retour d'expérience de Fukushima	Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2019 _____ 347	
1.4	Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs	3.3	Les réexamens périodiques des installations en démantèlement		
2	La situation des installations nucléaires en démantèlement – enjeux spécifiques _____ 339	3.4	Financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux		
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				

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

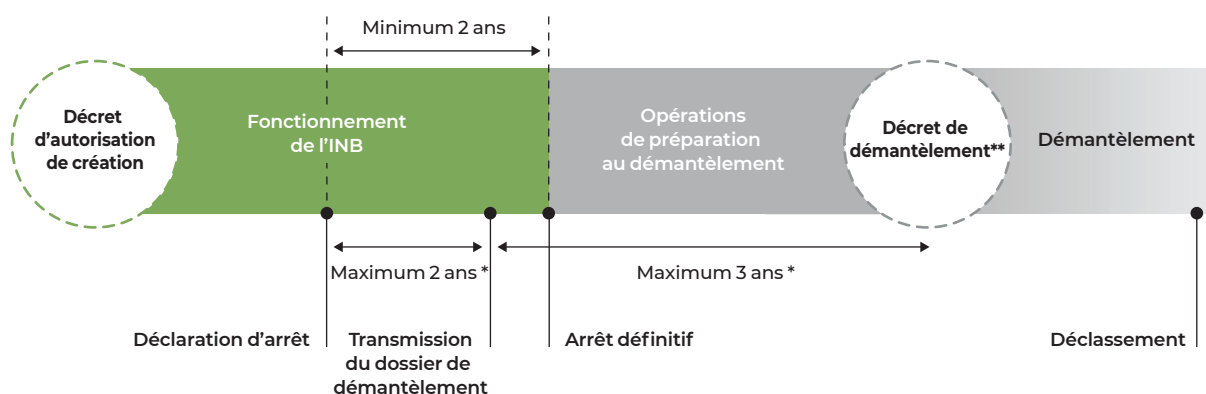
Dès lors qu'une INB est définitivement arrêtée, celle-ci doit être démantelée. Elle change donc de finalité par rapport à ce pour quoi sa création a été autorisée, le décret d'autorisation de création spécifiant notamment les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations 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).

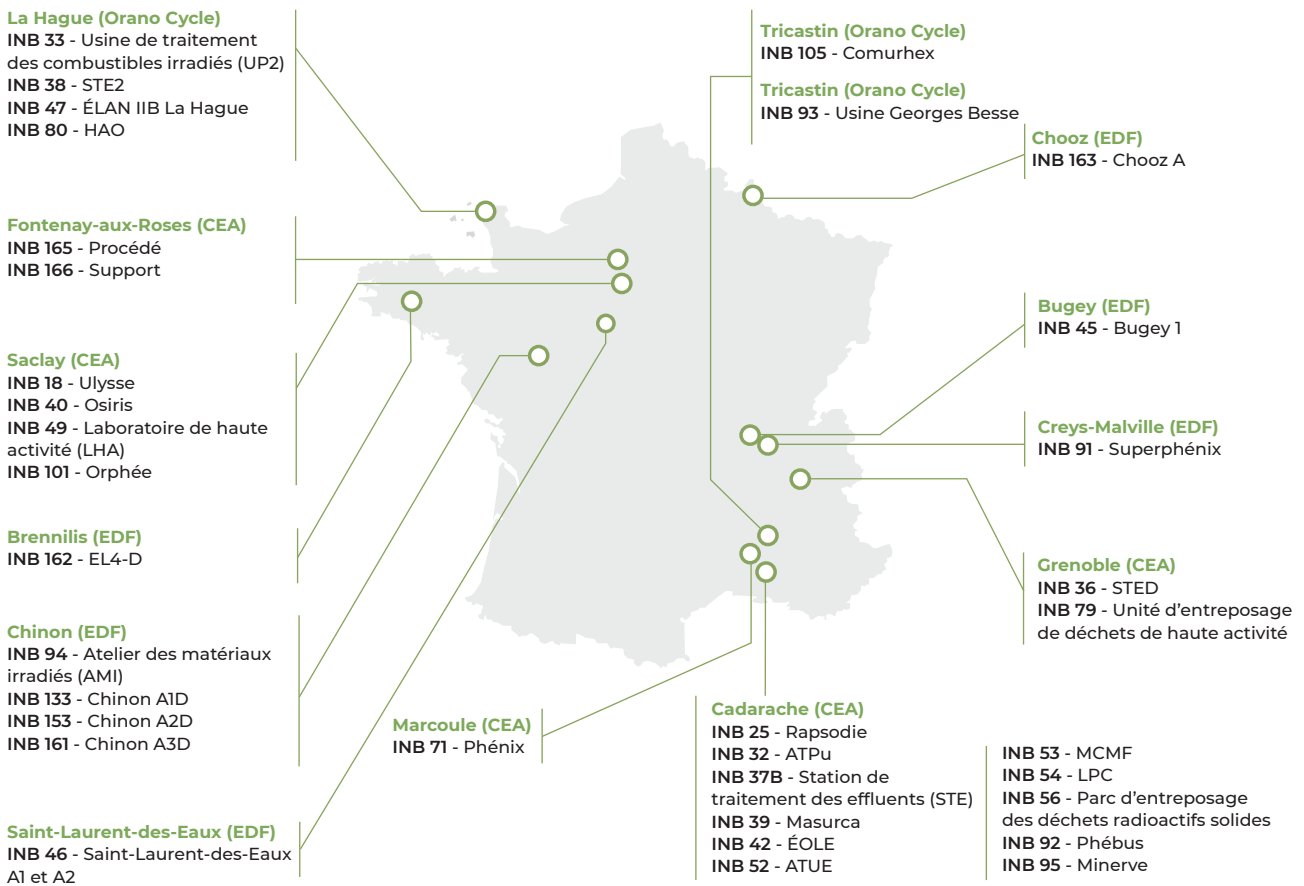
Le démantèlement des réacteurs refroidis au sodium (Phénix, Superphénix) n'est confronté à aucun obstacle technologique majeur. Les enjeux spécifiques résident principalement dans la maîtrise du risque d'incendie lié à la présence de sodium et la sûreté de ses procédés de traitement.

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.

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.

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).

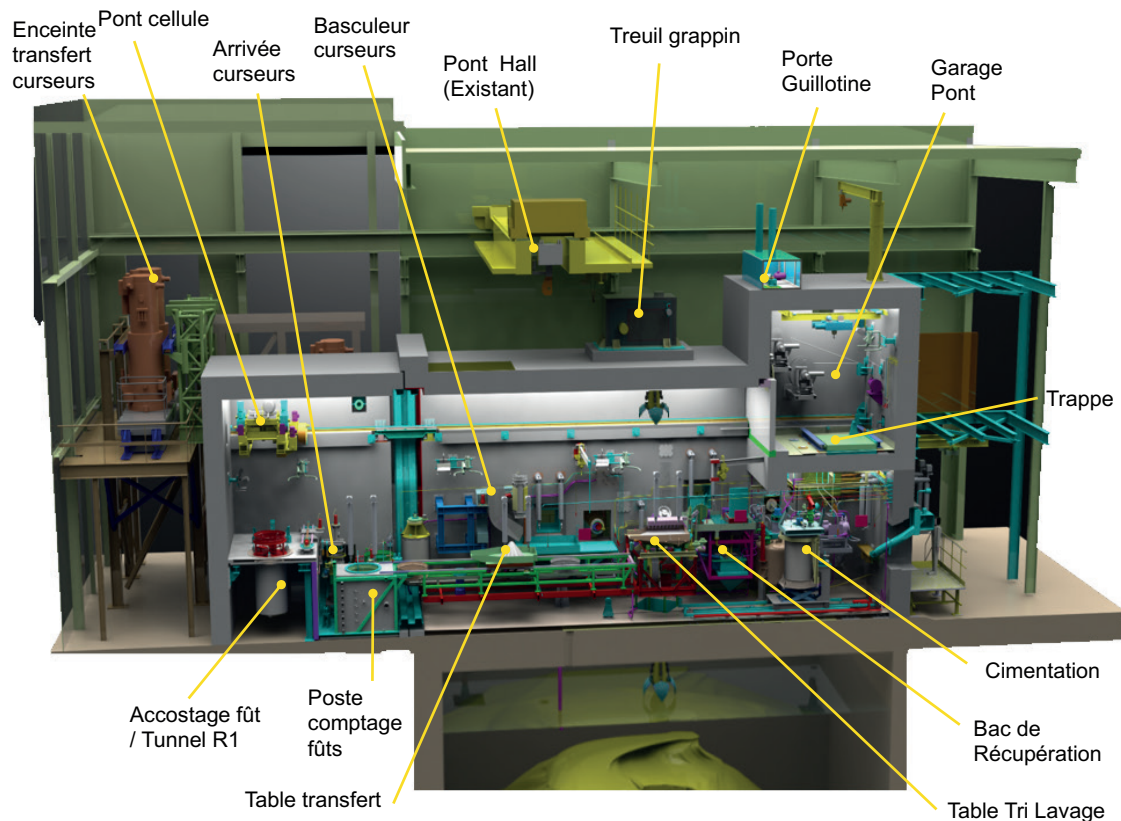
Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne que produisent les usines en fonctionnement [UP2-800](#) et [UP3-A](#), la majeure partie des déchets produits par la première usine de retraitement ont été entreposés sans être traités ni conditionnés. Le démantèlement se fait donc en parallèle 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

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 dur⁽⁵⁾ ». 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.

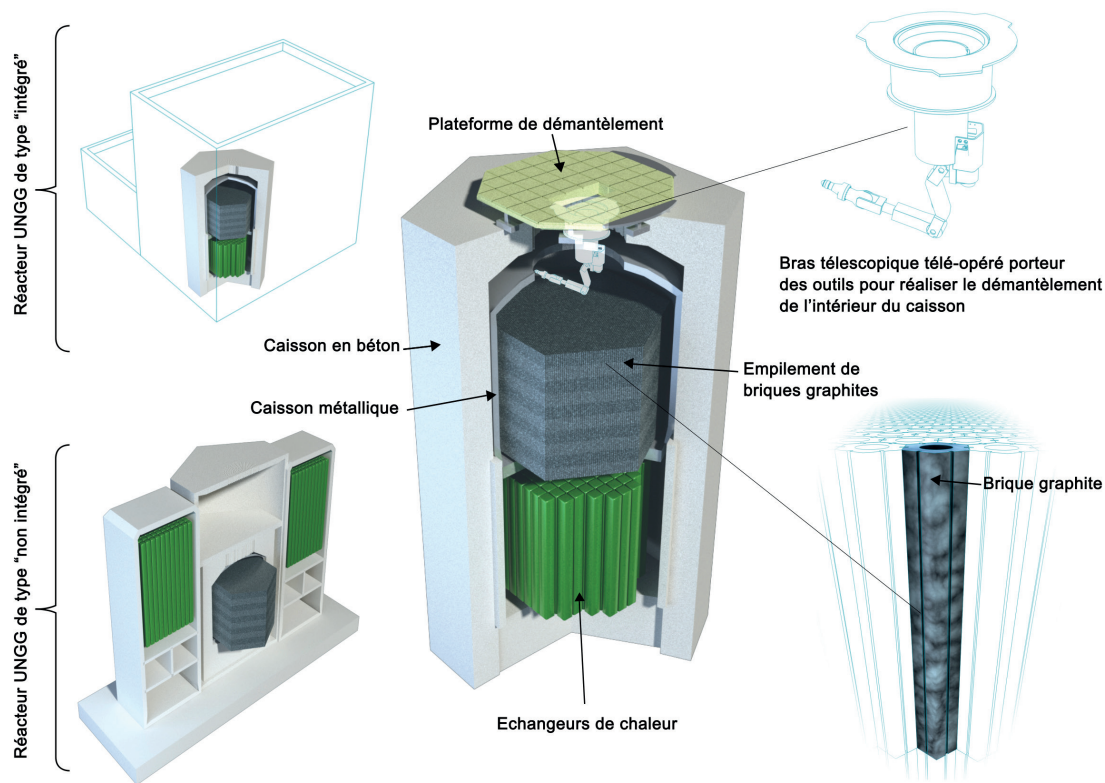
L'ASN avait également relevé que certains scénarios de démantèlement reposaient sur la disponibilité, au moment requis, d'installations de traitement de déchets radioactifs et de combustibles usés et avait rappelé la nécessité d'évaluer l'impact de l'indisponibilité de ces installations à la date envisagée. 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 ^(*)
Silhouette 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.