



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.

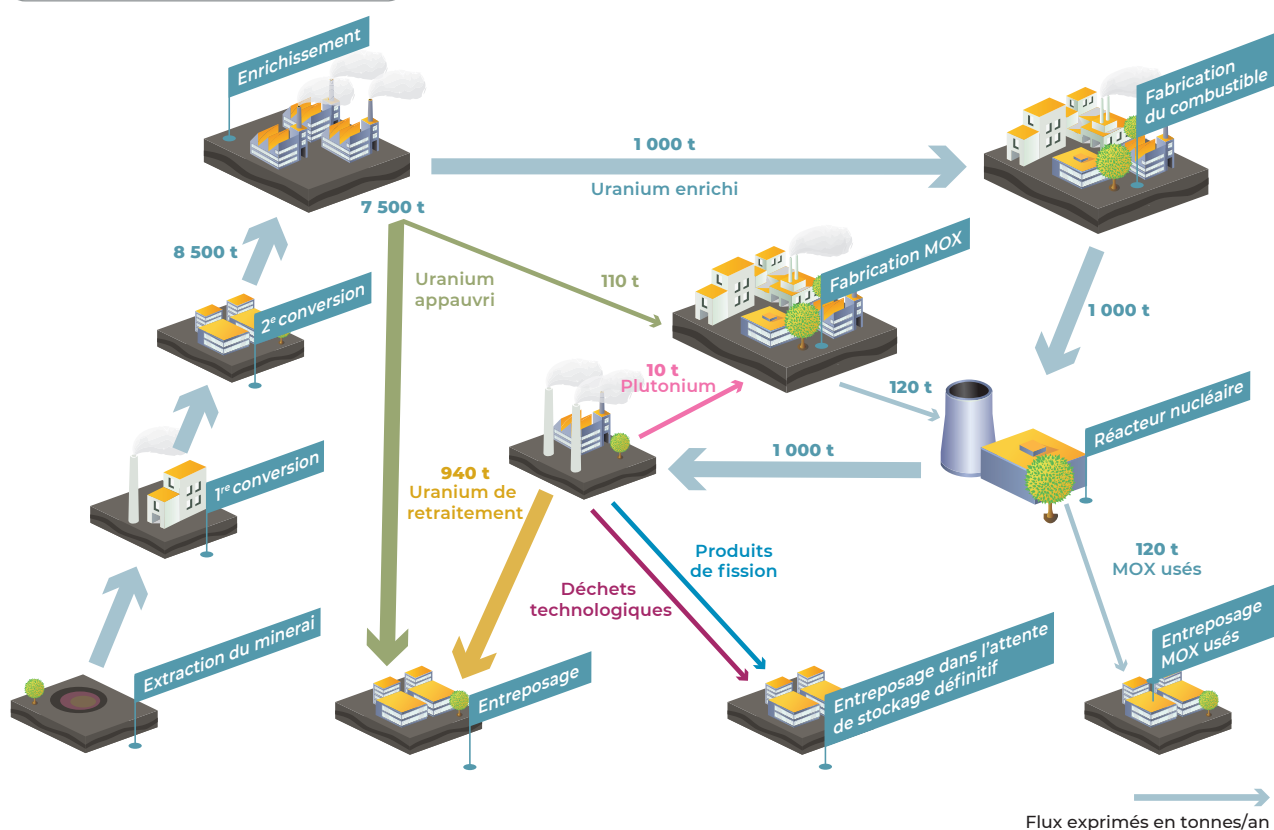
2. L'entreposage est temporaire, tandis que le stockage est définitif.

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).

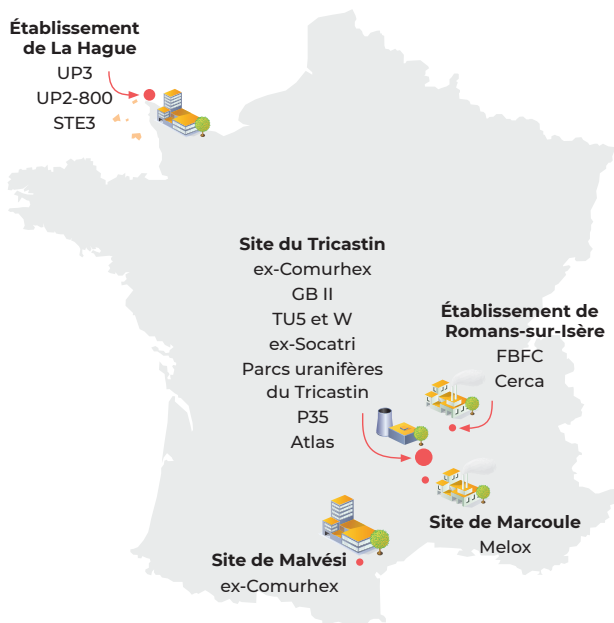
Des installations contrôlées relevant du régime des ICPE sont incluses dans son périmètre et sont dédiées à la fluoration de l' UF_4 en UF_6 , pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine GB II. Elles produisent chaque année de l'ordre de 14000 tonnes d' UF_6 à partir de l' UF_4 provenant 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 »

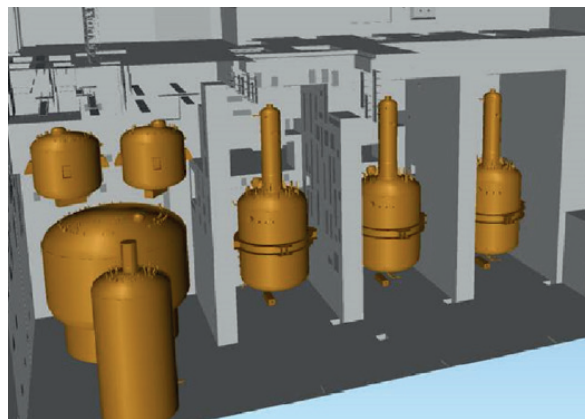
Les usines **UP3-A** et **UP2-800** (INB 116 et 117) exploitées par Orano Cycle sur son site de La Hague comprennent six évaporateurs assurant la concentration des produits de fission, issus du traitement des combustibles usés, afin de pouvoir les vitrifier.

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.