

1

Le « cycle du combustible » P. 320

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

2

Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée P. 326

2.1 L'approche graduée en fonction
des enjeux des installations

2.2 Les réexamens périodiques
des installations du
« cycle du combustible »





11

**Les installations
du « cycle du
combustible
nucléaire »**

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 exploite Melox à Marcoule, les usines de La Hague, l'ensemble des usines du Tricastin 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 de l'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible, de différents scénarios de mix énergétique envisagés par la programmation pluriannuelle de l'énergie, ou encore d'aléas de fonctionnement d'usines contribuant au « cycle du combustible ».

En 2021, des dysfonctionnements sur certaines étapes du « cycle du combustible » se sont aggravés. Il importe que les exploitants renforcent notamment leur démarche d'anticipation et mettent en œuvre les dispositions nécessaires pour faire face aux risques de situations bloquantes pour le « cycle » et la production d'électricité nucléaire.

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 de Malvési et du Tricastin. Ces usines, réglementées au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)), utilisent 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 trois à quatre ans, les assemblages de combustibles usés 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 de La Hague](#).

Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont ensuite 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. EDF a annoncé son intention d'en reprendre l'utilisation à l'horizon 2023, après réenrichissement de l'uranium de retraitement en Russie.

Le plutonium issu du traitement des combustibles d'oxyde d'uranium est utilisé dans l'usine Orano 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 mégawatts électriques (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-après, notamment l'installation IARU (ex-[Socatri](#)) qui assure la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires ainsi que le traitement des effluents nucléaires et industriels de la plateforme Orano du Tricastin.

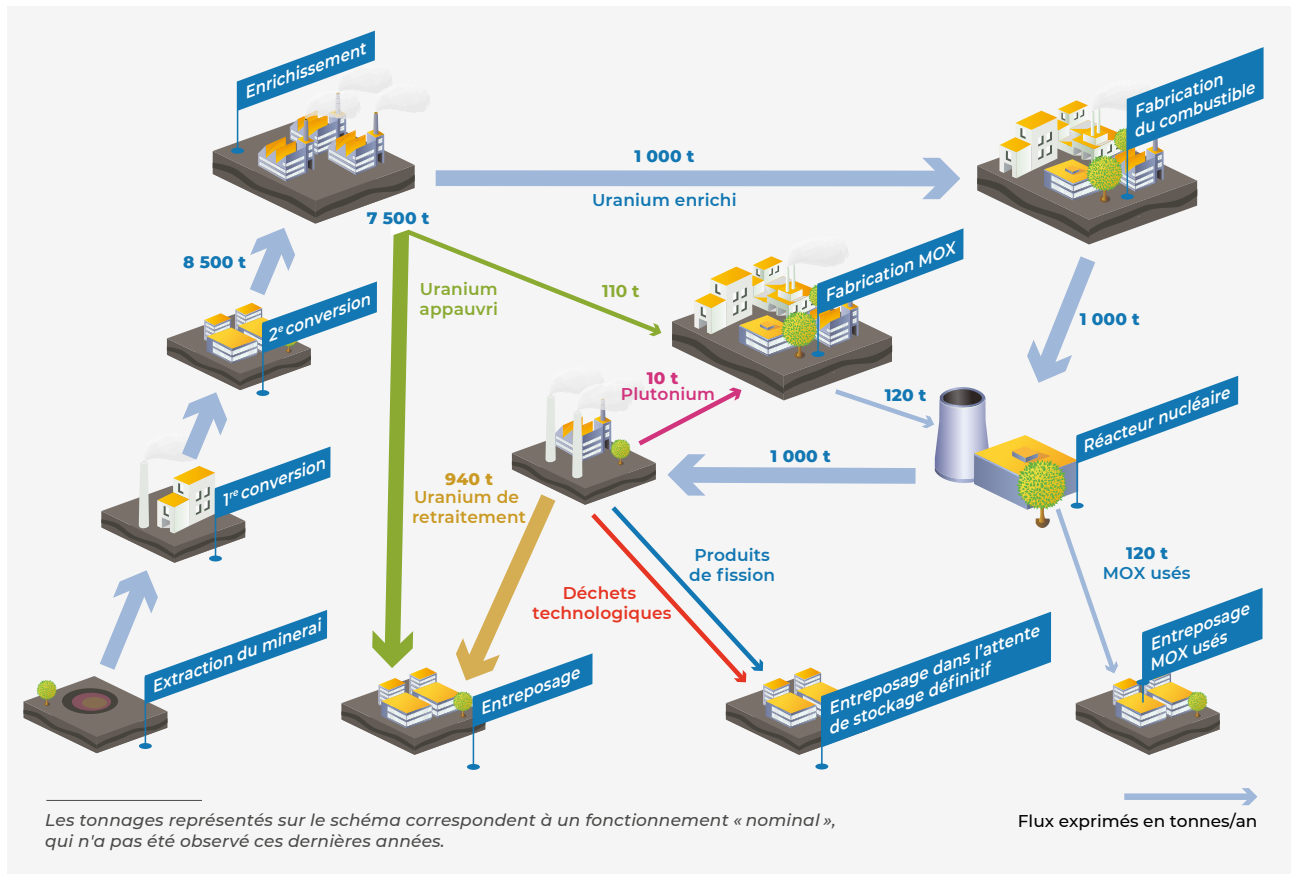
1. Les éléments transuraniens sont des éléments chimiques qui sont plus lourds que l'uranium (numéro atomique 92). Les principaux sont le neptunium (93), le plutonium (94), l'américium (95), le curium (96). Dans un réacteur, ils dérivent de l'uranium lors de réactions secondaires, autres que la fission.

TABLEAU 1 Flux de l'industrie du « cycle du combustible » en 2021

INSTALLATION	PRODUIT TRAITÉ			PRODUIT ÉLABORÉ		PRODUIT EXPÉDIÉ	
	ORIGINE	PRODUIT TRAITÉ	TONNAGE	PRODUIT ÉLABORÉ	TONNAGE	DESTINATION	TONNAGE
Orano Tricastin Conversion	ICPE (*) Malvésí	UF ₄	11259	UF ₆	12758	Parcs Orano Tricastin	12758
Orano Tricastin Atelier TU5	Orano La Hague	Nitrate d'uranyle	3660	U ₃ O ₈	1089	Parcs Orano Tricastin	1089
Orano Tricastin Usine W	Orano Tricastin GB II	UF ₆ appauvri	8167	U ₃ O ₈	6506	Parcs Orano Tricastin	6506
Orano Tricastin GB II	Orano Tricastin Conversion	UF ₆	10208	UF ₆ appauvri	8644	Orano Usine W Tricastin	8644
				UF ₆ enrichi	1393	Usines de fabrication de combustibles	1393
Framatome Romans	Orano Tricastin GB II	UF ₆ enrichi	564	Assemblages combustibles	750	EDF	710
	Urenco (Pays-Bas, Allemagne et Royaume-Uni)		142			Taishan (Chine)	42
	Tenex (Russie)		21			Göesgen (Suisse)	2
	ANF Lingen (Allemagne)	Crayons UO ₂ à base d'uranium	13	Poudre UO ₂ et U ₃ O ₈	3	Framatome Richland (États-Unis)	5
						CEA	4
Orano Melox Marcoule	Framatome Lingen (Allemagne)	UO ₂ appauvri	54	Éléments combustibles MOX	51	EDF	38
	WSE Vasteras (Suède)		6				
	Orano La Hague	PuO ₂	5			Kansai (Japon)	7
Orano La Hague	Combustibles traités dans l'établissement de La Hague						
	EDF et autres exploitants	UOX et MOX	1021	Nitrate d'uranyle	997	Orano Tricastin	865
	Réacteur BR2 Mol (Belgique)	RTR	0,01	PuO ₂	12	Melox Marcoule	6
	Combustibles entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague						
EDF et autres exploitants	Éléments combustibles irradiés	10088	-	-	-	-	

(*) Installation classée pour la protection de l'environnement.

SCHÉMA DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »



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 la conversion en UF_6 , forme sous laquelle il est enrichi. Ces opérations se déroulent principalement sur les sites Orano de [Malvési](#), dans l'Aude, et du [Tricastin](#) dans la Drôme et le Vaucluse (également connu sous le nom de site de Pierrelatte).

Orano exploite sur le site du Tricastin :

- 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 (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d' UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en UF_6 qui contient l'usine Philippe Coste;
- l'installation d'enrichissement de l' UF_6 par ultracentrifugation Georges Besse II (INB 168);
- le laboratoire d'analyse Atlas (INB 176);
- des parcs d'entreposage d'uranium et de thorium sous diverses formes (INB 93, 178 et 179);
- l'installation IARU (INB 138) qui assure la gestion de déchets du site du Tricastin, ainsi que la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires (ex-Socatri);
- 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 TU5 et l'usine W d'Orano – INB 155

L'INB 155, dénommée [TU5](#), peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 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 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 d'Orano – 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).

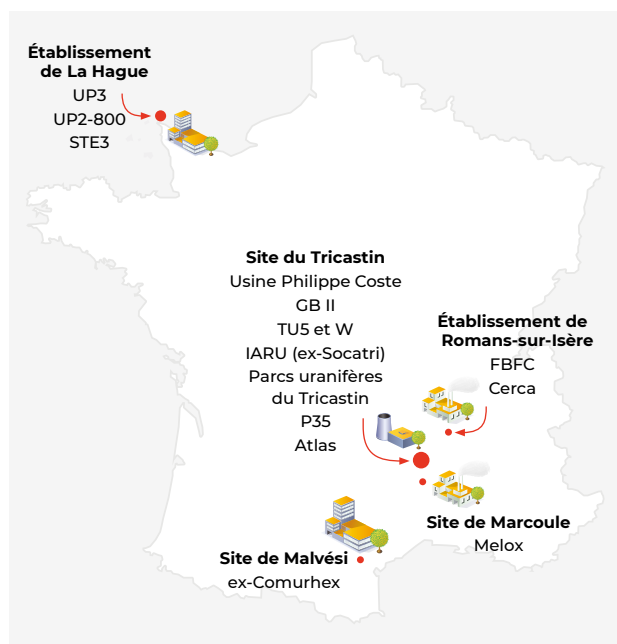
L'usine Philippe Coste est incluse dans son périmètre et est dédiée à la fluoration de l' UF_4 en UF_6 pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine Georges Besse II (GB II). Elle a une capacité de production de l'ordre de 14 000 tonnes d' UF_6 à partir de l' UF_4 provenant de l'établissement Orano de Malvési. Elle relève du statut des ICPE soumises à autorisation avec servitude (installations dites « Seveso ») et est contrôlée par l'ASN sous ce régime.

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 d'uranium 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'enrichissement d'uranium issu du retraitement, qui serait soumis à autorisation préalable de l'ASN, n'est pas mis en œuvre actuellement dans cette usine.

INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE » EN FONCTIONNEMENT



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 répond aux exigences de sûreté les plus récentes et a été mise en service en 2017.

L'installation 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.

L'installation IARU (ex-Socatri) – INB 138

L'installation réalise principalement des activités de réparation, de décontamination et de démantèlement de matériels industriels ou nucléaires, des activités de traitement d'effluents liquides radioactifs et industriels, et des activités de traitement et de conditionnement de déchets radioactifs.

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](#) », 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 usuellement appelée [Cerca](#).

Les usines FBFC et Cerca ont été réunies en une seule INB (63-U), par décret du 23 décembre 2021.

Le combustible MOX est fabriqué dans l'INB 151 [Melox](#), exploitée par Orano et située sur le site nucléaire de Marcoule.

1.3 Aval du « cycle du combustible » – retraitement

Les usines de retraitement Orano 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.

La mise en service des différents ateliers des usines [UP3-A](#) (INB 116) et [UP2-800](#) (INB 117) et de la station de traitement des effluents [STE3](#) (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les [décrets du 10 janvier 2003](#) fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1000 tonnes par an, comptées en quantités d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN du 22 décembre 2015 ([décision n° 2015-DC-0535](#) et [décision n° 2015-DC-0536](#)), en cours de révision.

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 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 standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standards 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 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 [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, 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 combustibles.

L'ASN a rendu le [18 octobre 2018 son avis](#) sur le dossier « Impact cycle 2016 », dont les principales conclusions étaient les suivantes.

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.

AGGRAVATION DES DYSFONCTIONNEMENTS, DURANT L'ANNÉE 2021, CONCERNANT CERTAINES ÉTAPES DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »

L'année 2021 a révélé une aggravation des dysfonctionnements concernant certaines étapes du « cycle du combustible » :

- l'usine de Melox connaît toujours de grandes difficultés pour produire du combustible MOX pour les réacteurs d'EDF avec la qualité et dans les quantités attendues. Ces difficultés entraînent la production d'une quantité importante de matières radioactives contenant du plutonium qualifiées comme des « rebuts MOX », lesquelles sont ensuite entreposées dans l'usine de La Hague, soit sous forme de poudre, soit sous forme d'assemblages combustibles ;
- un plan d'action est mis en œuvre par Orano depuis 2019 pour surmonter les difficultés de production de Melox. Toutefois, Orano indique que les perspectives d'amélioration et ses projections de production de MOX reposent principalement sur l'utilisation d'une poudre d'uranium dite « voie humide », qu'il est prévu de produire à partir de 2023 dans le nouvel atelier appelé « nouvelle voie humide » (NVH) de l'usine Orano de Malvési, actuellement en cours de construction ;
- à court terme, les dysfonctionnements de Melox entraînent également une saturation plus rapide que prévue des capacités d'entreposage des matières plutonifères, qui nécessitent la création de nouveaux locaux d'entreposage de matières plutonifères à La Hague. En l'absence de telles augmentations de capacités d'entreposage, une adaptation à la baisse

du traitement serait nécessaire, ce qui accélérerait l'encombrement des piscines d'entreposage de combustibles usés. L'instruction d'une demande d'autorisation, déposée par Orano, pour la création de nouveaux locaux d'entreposage de matières plutonifères à La Hague est en cours ;

- un évaporateur concentrateur de produit de fission de La Hague a été arrêté préventivement en septembre 2021 compte tenu de l'atteinte d'un niveau de corrosion qui ne permet plus de l'utiliser. L'arrêt de cet évaporateur, conjugué à un arrêt pour maintenance non programmé d'un autre évaporateur de la même usine, a entraîné l'arrêt de l'usine UP3-A pendant près de trois mois.

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. En septembre 2021, l'ASN a auditionné Orano sur ces sujets. À cette occasion, l'ASN a demandé à Orano de renforcer ses démarches d'anticipation, notamment en prenant en compte des scénarios pessimistes quant au retour de l'usine Melox à un fonctionnement nominal, afin de définir des aménagements et solutions d'entreposage présentant un haut niveau de sûreté.

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.

L'ASN a également demandé aux industriels d'étudier, en matière de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la mise en œuvre de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) sur le « cycle du combustible nucléaire », et sa cohérence, à l'occasion de chacune de ses révisions. À la suite de la mise à jour de la PPE publiée en avril 2020, de nouveaux scénarios de mix énergétique ont été établis en juillet 2020 et EDF, en collaboration avec Framatome, Orano et l'Andra, a mis à jour en décembre 2020 ses perspectives de gestion du « cycle du combustible » selon ces scénarios de mix énergétique. La saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés interviendrait avant 2030, voire 2029. EDF a également annoncé en 2020 un report de la mise en service de son projet de piscine d'entreposage centralisée, maintenant prévue pour 2034, ce qui rend nécessaire le déploiement de parades pour faire face au retard de ce projet : densification des piscines d'entreposage de La Hague, entreposage à sec des combustibles usés et utilisation accrue de combustible MOX en réacteur.

1.5 Perspectives: les installations en projet

Projet d'une nouvelle installation d'entreposage d'uranium sur le site du Tricastin

Orano a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage de matières uranifères issues du retraitement de combustible. 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. Une enquête publique s'est tenue fin 2020 à ce sujet. Le projet a fait l'objet d'un décret d'autorisation en 2022.

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 prévue à leur conception, Orano construit de nouveaux ateliers, nommés « NCPF », comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet particulièrement complexe a nécessité plusieurs autorisations et a fait l'objet d'une décision de l'ASN en 2020, portant sur le procédé de trois de ces évaporateurs (NCPF T2). Les autorisations de raccordement de ces nouveaux équipements aux ateliers existants feront l'objet d'autres décisions et autorisations au cours de l'année 2022.

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, une extension de l'entreposage de CSD-C a été autorisée par le décret du 27 novembre 2020 ; l'ASN avait rendu un avis favorable le 8 septembre 2020 sur ce projet de texte. La construction est en cours, la première introduction de substances radioactives dans cette extension devra faire l'objet d'une autorisation délivrée 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 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. L'exploitant a transmis de nouvelles options de sûreté pour ce projet en janvier 2020. L'ASN a fait part de ses observations sur ce dossier le 9 décembre 2020.

Projet de piscine d'entreposage centralisé d'EDF

Lors du débat public préalable à la 5^e édition du Plan national de gestion de matières et déchets radioactifs (PNGMDR) qui a eu lieu en 2019, EDF a réaffirmé que sa stratégie d'augmentation des capacités d'entreposage de combustibles usés repose sur la construction d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisé. Cette nouvelle installation 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 de siècle. EDF a transmis en 2017 un dossier d'options de sûreté concernant ce projet. L'ASN a rendu en juillet 2019 son avis sur les options de sûreté présentées par EDF pour une telle installation et considère que les objectifs généraux de sûreté et les options de conception retenues sont satisfaisants.

En 2020, EDF a signalé un retard concernant ce projet de piscine d'entreposage, qui aurait vocation à être implantée sur le site de La Hague mais ne serait pas mise en service avant 2034. En 2021, EDF a saisi la Commission nationale du débat public (CNDP) sur ce projet et une concertation préalable menée sous l'égide de la CNDP a été organisée par EDF du 22 novembre 2021 au 15 février 2022.

L'ASN avait demandé dès 2018 à EDF de présenter les parades qu'elle envisagerait dans cette situation compte tenu d'une possible saturation des capacités françaises d'entreposage de combustibles usés d'ici à cette mise en service.

Les parades envisagées par EDF, en lien avec Orano, sont la densification des piscines de La Hague, une utilisation accrue des combustibles MOX en réacteurs et un entreposage à sec des combustibles usés.

Concernant la densification des piscines de La Hague, Orano a remis en novembre 2020 un dossier d'options de sûreté. Afin de favoriser les échanges techniques sur ce dossier, l'ASN a constitué début 2021 un sous-groupe de travail pluraliste dans le cadre des travaux du groupe de travail PNGMDR, auquel ont été conviés des membres de la CLI de La Hague. L'ASN a pris position en février 2022. Dans son courrier du 14 février, l'ASN considère que les options de sûreté présentées par l'exploitant sont globalement satisfaisantes. Des observations et compléments ont été demandés et devront être transmis dans le cadre de la demande d'autorisation de modification notable que l'exploitant envisage de déposer mi-2022. L'ASN rappelle également que la densification des piscines de La Hague ne peut pas être une solution pérenne à la saturation des entreposages de combustibles et que cette parade ne peut se substituer à une nouvelle installation d'entreposage répondant aux standards de sûreté les plus récents. Concernant l'entreposage à sec de combustibles usés, Orano a remis en novembre 2021 un dossier d'options de sûreté à l'ASN, qui sera complété dans les mois à venir.

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

À chaque étape du « cycle du combustible », les installations présentent des enjeux différents :

- 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 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, 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 instructions menées par l'ASN.

Lorsque les installations sont modifiées de manière substantielle ou lorsqu'elles sont définitivement arrêtées, l'ASN est chargée de l'instruction de ces modifications qui font l'objet d'un décret modificatif par le Gouvernement, dont 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. À cet égard, Orano a déposé en février 2020 des demandes de changement d'exploitant concernant l'ensemble de ses INB. Ce projet, dit « PEARL », autorisé par décrets du 15 décembre 2021, a conduit à séparer dans trois filiales distinctes les activités du groupe dans les domaines de l'amont du cycle, de l'aval du cycle et du démantèlement. L'instruction de cette demande par l'ASN a montré qu'elle induisait un changement

d'organisation dans l'exploitation des INB en démantèlement du groupe Orano, susceptible de remettre en cause le principe prévu par le code de l'environnement selon lequel la responsabilité opérationnelle de l'exploitation d'une INB doit revenir à son exploitant nucléaire. Orano a donc déposé en décembre 2020 une demande de dérogation à ce principe. Cette demande a fait l'objet d'une instruction par l'ASN qui prendra position en 2022.

2.2 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 (IARU, ex-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. Le réexamen de l'usine UP2-800 (INB 117) est en voie d'achèvement, avec la finalisation de l'examen des propositions d'amélioration portant sur l'atelier NPH prévue début 2022. Pour l'usine UP3-A (INB 116), Orano a transmis fin 2020 son rapport de conclusions du réexamen, qui fera l'objet d'un examen par le groupe permanent d'experts chargé des usines au cours de plusieurs réunions prévues entre 2023 et 2025. Enfin, l'ASN prendra position prochainement sur la poursuite du fonctionnement de la STE3 (INB 118).

Le réexamen de la FBFC (INB 98) comprend des améliorations de sûreté de l'installation notamment concernant la maîtrise des risques d'incendie, la maîtrise de la criticité et le renforcement du génie civil. Toutefois, il 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. En conséquence, l'ASN a fixé en 2020 une prescription demandant une actualisation de la démonstration de sûreté relative aux risques induits par les substances dangereuses dans sa décision associée à ce réexamen.

En octobre 2021, à l'issue de l'instruction du rapport de conclusions du réexamen de TU5 (INB 155), l'ASN a validé la poursuite du fonctionnement de l'INB 155.

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.

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.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

AN