



Autorité environnementale

<http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/l-autorite-environnementale-r145.html>

**Avis délibéré de l'Autorité environnementale
sur les modifications des installations
nucléaires de base n°116 et 117
de l'usine Orano Cycle à La Hague (50)**

n°Ae : 2021-18

Avis délibéré n°2021-18 adopté lors de la séance du 19 mai 2021

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae¹ s'est réunie le 19 mai 2021 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur les modifications des installations nucléaires de base n°116 et 117 de l'usine Orano Cycle à La Hague (50).

Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Barbara Bour-Desprez, Marc Clément, Pascal Douard, Sophie Fonquernie, Louis Hubert, Christine Jean, Philippe Ledenvic, François Letourneux, Serge Muller, Michel Pascal, Alby Schmitt, Éric Vindimian, Annie Viu, Véronique Wormser

En application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans le présent avis.

* *

L'Ae a été saisie pour avis par le préfet de la Manche, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ayant été reçues le 4 mars 2021.

Cette saisine étant conforme aux dispositions de l'article R. 122-6 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-1 du même code, il en a été accusé réception. Conformément à l'article R. 122-7 du même code, l'avis doit être fourni dans un délai de trois mois.

Conformément aux dispositions de ce même article, l'Ae a consulté par courriers en date du 18 mars 2021 :

- le préfet de la région Normandie, qui a transmis sa réponse le 26 avril 2021 ;*
- le préfet du département de la Manche qui a transmis une contribution en date du 20 avril 2021. La direction départementale des territoires et de la mer de la Manche a également produit un avis le 15 avril 2021 ;*
- le directeur général de l'Agence régionale de santé (ARS) de Normandie qui a transmis une contribution en date du 19 avril 2021.*

Sur le rapport de Carole Hohwiller et d'Alby Schmitt, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit.

Pour chaque projet soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public.

Cet avis porte sur la qualité de l'étude d'impact présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception, ainsi que l'information du public et sa participation à l'élaboration des décisions qui s'y rapportent. L'avis ne lui est ni favorable, ni défavorable et ne porte pas sur son opportunité.

La décision de l'autorité compétente qui autorise le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage à réaliser le projet prend en considération cet avis. Une synthèse des consultations opérées est rendue publique avec la décision d'octroi ou de refus d'autorisation du projet (article L. 122-1-1 du code de l'environnement). En cas d'octroi, l'autorité décisionnaire communique à l'autorité environnementale le ou les bilans des suivis, lui permettant de vérifier le degré d'efficacité et la pérennité des prescriptions, mesures et caractéristiques (article R. 122-13 du code de l'environnement).

Conformément à l'article L. 122-1 V du code de l'environnement, le présent avis de l'autorité environnementale devra faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage qui la mettra à disposition du public par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19.

Le présent avis est publié sur le site de l'Ae. Il est intégré dans le dossier soumis à la consultation du public.

¹ Formation d'autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD).

Synthèse de l'avis

Les deux installations nucléaires de base (INB) 116 et 117 de l'usine Orano Cycle La Hague retraitent des combustibles usés de réacteurs nucléaires pour séparer l'uranium et le plutonium des déchets radioactifs (produits de fission et assemblages métalliques du combustible). Les deux INB sont très semblables. Elles sont toutes deux autorisées à traiter les combustibles usés issus de réacteurs à eau légère, à neutrons rapides, de test ou de recherche. Orano Cycle La Hague demande l'autorisation de traiter de nouveaux combustibles présentant avant irradiation des teneurs supérieures en uranium fissile, pouvant provenir également de réacteurs à eau lourde.

Les modifications se limitent à l'adaptation d'équipements et de conditions d'exploitation. La possibilité de combiner des combustibles d'origine et de nature différentes, permettra de moyenner la composition des flux de matière entrants et retrouver des conditions de fonctionnement voisines de la situation initiale.

L'Ae considère que les principaux enjeux de ce dossier sont la protection contre les rayonnements ionisants et la sécurité des populations, la gestion des matières et des déchets nucléaires et la maîtrise des rejets dans les eaux et l'atmosphère.

Ces installations ont été initialement autorisées en 1981. Leurs rejets radioactifs sont, par nature, de loin les plus importants de France. Les modifications demandées ne feront évoluer qu'à la marge les incidences du site et ses conditions de sûreté et n'affecteront pas les enjeux majeurs que sont la santé et la sécurité des populations. Les études d'impact et les rapports de sûreté des installations modifiées diffèrent peu des précédents. Les remarques et recommandations de l'Ae valent donc généralement tout autant pour la situation actuelle que pour la situation future. En particulier, leurs études d'impact devraient prendre en compte les incidences de la logistique amont et aval.

Si le dossier est détaillé et les démonstrations rigoureuses, il est difficile d'accès pour le public, du fait de son volume, de sa technicité et de sa déclinaison par INB. Il gagnerait à être accompagné d'une synthèse qui couvrirait l'ensemble de l'usine et de sa logistique, rédigée de façon suffisamment précise et didactique pour que tout un chacun puisse comprendre les enjeux et les moyens mis en œuvre afin de maîtriser les risques pour l'environnement et les populations.

Pour l'Ae, il n'est pas certain que l'ensemble des ateliers mettent en œuvre les meilleures techniques disponibles pour les rejets chimiques, du fait du choix de réutiliser en totalité les installations existantes. Sur certains aspects, les résultats pourraient en effet parfois être nettement améliorés. À titre d'exemple, le site de La Hague est l'un des premiers rejets de nitrates en France et l'utilisation de fuel lourd perdure pour l'alimentation de l'une de ses deux chaufferies.

Au-delà de la sécurité et de la santé des populations, la maîtrise des risques devrait envisager plus largement les enjeux environnementaux : incidents et accidents peuvent représenter une part non négligeable des impacts sur l'environnement. L'analyse des risques est conduite principalement selon une approche déterministe. Il lui manque un éclairage probabiliste qui permettrait une meilleure quantification des effets dominos et des effets cumulés d'incidents de « faible » gravité.

Sur tous ces aspects, la demande de modification devrait conduire à revoir certaines normes et méthodes.

L'ensemble des observations et recommandations de l'Ae est présenté dans l'avis détaillé.

Avis détaillé

1. Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux

1.1 Contexte et situation actuelle des installations

L'usine Orano Cycle La Hague se situe à l'extrême pointe du Cotentin sur une superficie de 300 ha. Environ 4 000 personnes y travaillent au retraitement de combustibles usés de réacteurs nucléaires. Les installations nucléaires de base (INB) 116 et 117 font partie des trois INB encore en fonctionnement sur l'établissement². Elles assurent le traitement de combustibles irradiés, matières nucléaires et substances radioactives. À l'origine, l'INB 117 traitait les combustibles usés français et l'INB 116 ceux d'origine étrangère. Cette séparation s'est estompée. Les deux INB présentent de fortes similarités et sont en partie couplées, certains ateliers de l'une traitant des flux issus de l'autre.

Deux décrets du 12 mai 1981 modifiés autorisent les INB 116 et 117 à traiter des combustibles usés issus de réacteurs à eau légère (REB et REP³), à neutrons rapides et de test ou de recherche. Ils sont constitués d'assemblages de faisceaux d'éléments combustibles appelés « crayons⁴ » pour les réacteurs à eau légère et « aiguilles⁵ » pour les réacteurs à neutrons rapides, ou de plaques contenant de l'uranium dans une gaine métallique pour les réacteurs de recherche. La matière nucléaire qu'ils contiennent est composée de 95 % d'uranium⁶ et 1 % de plutonium, réutilisables⁷, et de 4 % de produits de fission qui sont des déchets ultimes. Ceux-ci sont vitrifiés puis placés dans des conteneurs cylindriques en inox. Les structures métalliques des assemblages sont également des déchets ultimes : elles sont compressées puis placées en conteneurs.



INB 116



INB 117

Figure 1 : Vue générale des INB 116 et 117 de l'établissement de La Hague (source : dossier)

Les deux INB couvrent une superficie d'environ 140 ha sur les 220 ha de la plateforme industrielle. Elles sont implantées sur un plateau venté à 180 m d'altitude. La mer côtière est particulièrement agitée avec des courants importants comme le « Raz Blanchard ». Cette situation permet la dispersion rapide des rejets des effluents atmosphériques et aqueux.

² L'INB 118 est la station de traitement des effluents STE3. Il existe quatre autres INB, en phase de démantèlement.

³ REB : réacteur à eau bouillante ; REP : réacteur à eau pressurisée (les réacteurs EDF actuels et l'EPR).

⁴ Un « crayon » est un tube fabriqué le plus souvent en alliage de zirconium, à l'intérieur duquel sont disposées les pastilles de combustible nucléaire et dont chaque extrémité est fermée par un bouchon soudé. Les pastilles de combustible sont constituées d'oxyde d'uranium (combustible UOX) ou d'oxydes mixtes d'uranium et de plutonium (combustible MOX).

⁵ Les « aiguilles » sont formées de tubes en acier inoxydable contenant des pastilles d'oxydes d'uranium et de plutonium.

⁶ Dont 1 % environ d'uranium fissile ²³⁵U, contre 0,7 % environ dans le minerai d'uranium naturel.

⁷ Environ un tiers des matières récupérées sont effectivement réutilisées en France actuellement.

1.1.1 Processus industriel

La majorité des emballages de transport contenant les combustibles usés sont acheminés dans des emballages sécurisés depuis les réacteurs jusqu'à l'établissement de La Hague par train puis par semi-remorque depuis la gare de Valognes à une quarantaine de kilomètres. Ils sont transférés dans un premier atelier où ils sont contrôlés, préparés puis déchargés.

Les assemblages de combustible sont ensuite entreposés en piscine pour permettre la décroissance d'une partie de leur radioactivité et évacuer la puissance thermique dégagée.

Écorché d'un assemblage combustible UOX

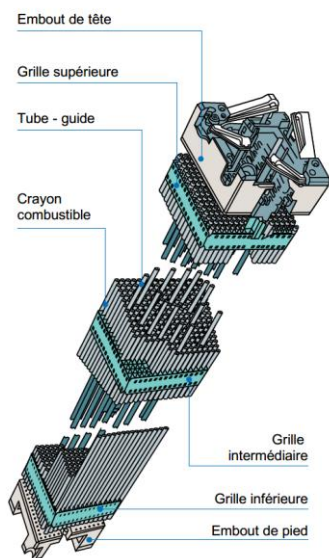


Figure 2 (gauche) : Écorché d'un assemblage combustible UOX : oxyde d'uranium naturel ou retraité (source : dossier)

Figure 3 (droite) : Piscine d'entreposage des combustibles usés (source : dossier)



Après plusieurs années en piscine, l'assemblage est transporté dans un atelier où il est découpé (cisaillage) : les embouts métalliques sont extraits ; les gaines métalliques (coques) qui contiennent le combustible usé sont découpées en tronçons de 35 mm qui passent ensuite dans un bain d'acide nitrique chaud et fumant pour dissolution. Les parties métalliques sont récupérées alors que les éléments du combustible usé restent dans la solution (uranium, plutonium et produits de fission).

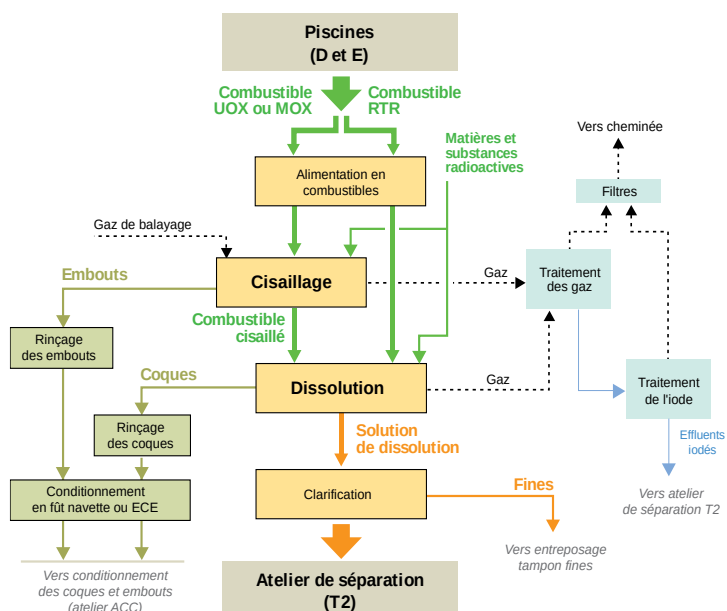


Figure 4 : Cisaillage et dissolution des combustibles usés (source : dossier)

L'étape d'extraction consiste à séparer uranium, plutonium et produits de fission. Les extractions s'opèrent en phase liquide avec la solution initiale aqueuse et un solvant organique. À la fin du cycle sont séparés les produits de fission, l'uranium et le plutonium. Les produits de fission et l'uranium sont concentrés par évaporation.

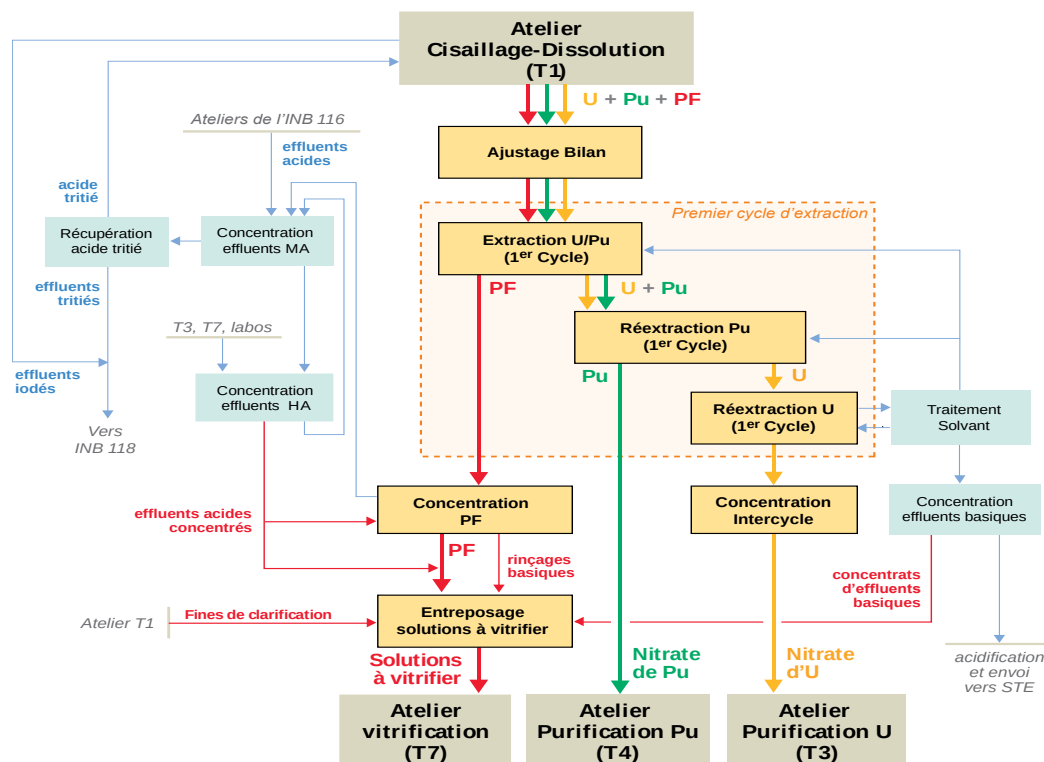


Figure 5 : Extraction et séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission (source : dossier)

L'uranium est purifié de ses dernières traces de produits de fission, puis concentré sous forme de nitrate d'uranyle ($\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$). Le nitrate d'uranyle est entreposé dans des cuves avant d'être expédié.

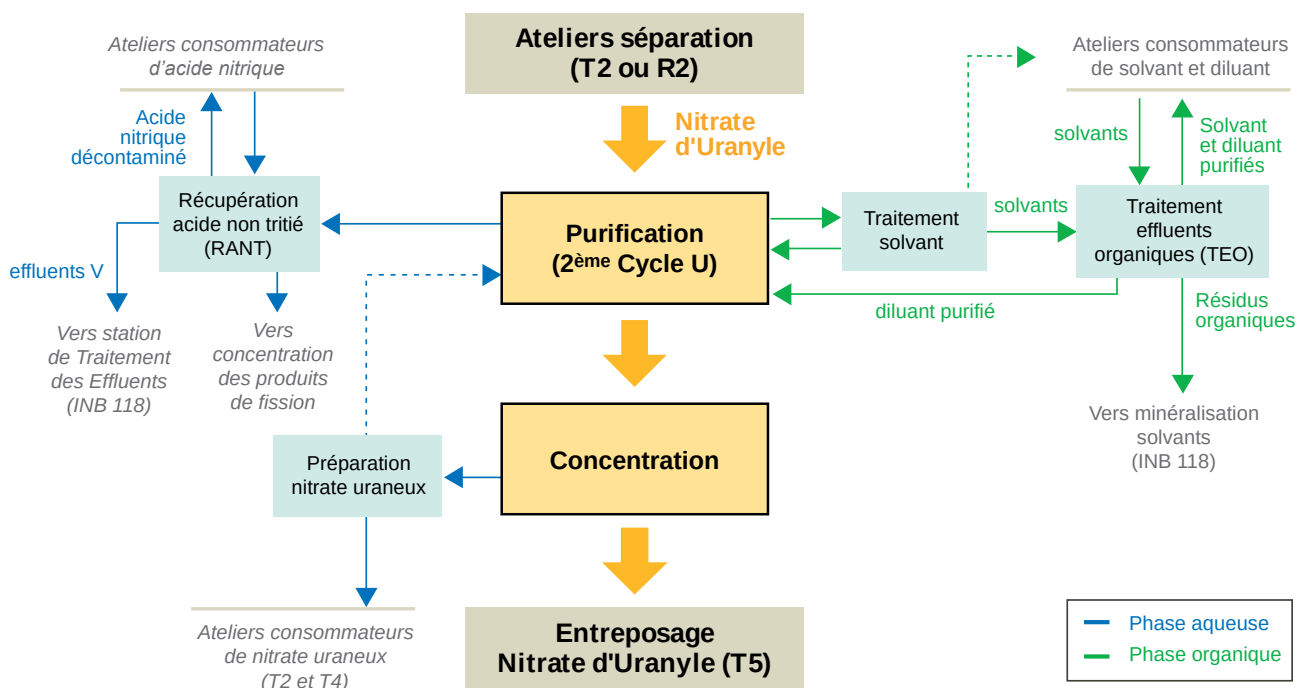
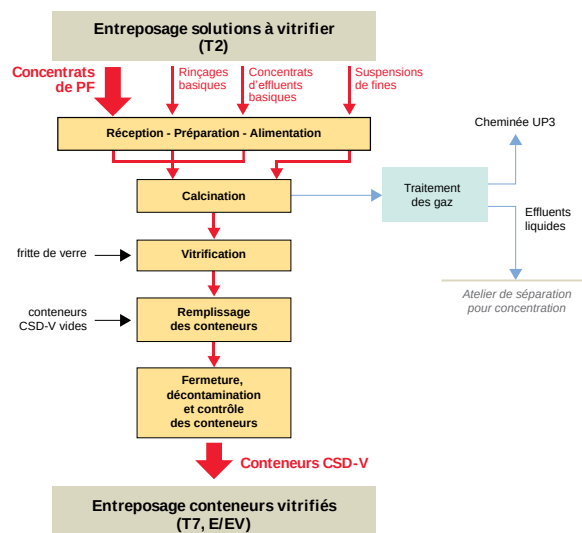


Figure 6 : Purification de l'uranium et fabrication du nitrate d'uranyle (source : dossier)

Le schéma illustre le processus de traitement des déchets de l'Atelier Séparation (T2). Les flux sont classés en trois catégories : Phase aqueuse (bleu), Phase Organique (vert) et Solide (poudre et boîte) (violet).

- Entrées et Flux Aqueux (Bleu) :**
 - Dissolution PuO₂** : Alimente la **Purification (2^{ème} Cycle Pu)**.
 - Déchets alpha de l'atelier** : Entrée dans l'**Unité Traitement Déchets (UTD)**.
 - Effluents gazeux de l'atelier** : Entrée dans le **Lavage effluents**.
 - Unité Traitement Déchets (UTD)** : Alimente la **Purification (2^{ème} Cycle Pu)**.
 - Lavage effluents** : Alimente le **Traitement eaux mères oxaliques**.
 - Traitement eaux mères oxaliques** : Alimente la **Purification (2^{ème} Cycle Pu)**.
- Processus de Purification et Conversion (Jaune) :**
 - Purification (2^{ème} Cycle Pu)** : Reçoit du **Nitrate de plutonium** (flux aqueux) et alimente la **Purification (3^{ème} Cycle Pu)**.
 - Purification (3^{ème} Cycle Pu)** : Alimente la **Conversion en oxyde**.
- Flux Organiques (Vert) :**
 - Traitement Solvant** : Reçoit des **Effluents basiques** (flux organique) et alimente le **Traitement des effluents organiques (TEO dans T3)**.
 - Traitement des effluents organiques (TEO dans T3)** : Reçoit des effluents du **Traitement Solvant** et alimente la **Purification (2^{ème} Cycle Pu)**.
- Flux Solides (Violet) :**
 - Conversion en oxyde** : Produit du **Poudre de PuO₂**, qui est envoyé à l'**Homogénéisation et conditionnement PuO₂ Bilan Pu**.
 - Homogénéisation et conditionnement PuO₂ Bilan Pu** : Produit des **Boîtes de PuO₂**, envoyées à l'**Entreposage PuO₂ (BSI)**.
- Autres Flux :**
 - Atelier T2 ou T3** : Reçoit des effluents du **Traitement Solvant**.
 - Atelier T3** : Reçoit des effluents du **Lavage effluents**.

La solution résiduelle est d'abord chauffée pour faire évaporer l'acide nitrique et concentrer les produits de fission, puis calcinée à 800°C. De la fritte de verre est ajoutée et l'ensemble alimente un pot de fusion à 1 100°C pour produire un verre homogène, très stable. Le verre est coulé dans un conteneur inox de 175 l qui est ensuite refroidi, soudé à la torche à plasma et contrôlé pour vérifier qu'il est exempt de contamination. Les conteneurs sont ensuite entreposés à l'intérieur d'alvéoles en béton, dans des tubes métalliques verticaux à double enveloppe. L'énergie dégagée dans les conteneurs par les produits de fission vitrifiés est évacuée par une circulation ascendante d'air.



Les embouts et coques sont rincés avant de remplir un étui métallique et l'ensemble est compacté en galette. Ces galettes sont ensuite placées dans des conteneurs cylindriques standardisés entreposés dans des halls.

La loi impose le retour dans le pays d'origine des combustibles des déchets, de l'uranium et du plutonium. Les déchets issus de réacteurs français sont entreposés dans l'attente d'être stockés à Cigéo. Uranium et plutonium sont expédiés vers des usines de fabrication du combustible.

1.1.2 Entrées, sorties et intermédiaires

Entrées

Les quantités annuelles traitées sur les deux INB par séparation chimique sont limitées à 1 700 t d'uranium et de plutonium (dans les éléments combustibles avant leur irradiation).

Filière	Type de combustible	Teneur en U235 avant irradiation	Teneur en plutonium et américium avant irradiation	Combustion massique maximale ⁸ en GW.j/t
Eau légère	Oxyde d'uranium (UOX) naturel	< 5 %	-	75
Eau légère	Oxyde d'uranium (UOX) de retraitement	< 4,9 %	-	75
Eau légère	Oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX)	< 1,2 %	< 11 % (< 12,5 % par élément combustible)	65
Neutrons rapides	Oxydes d'uranium et de plutonium	-	< 35 %	120
Recherche	-	-	< 95 %	-

Tableau 1 : Caractéristiques des combustibles autorisés par les décrets du 12 mai 1981 modifiés (source : rapporteurs d'après dossier)

Les principales substances utilisées dans le procédé sont l'acide nitrique, la soude, le formol, l'hydrazine, le tributylphosphate (TBP, solvant) dilué à 30 % dans du tétrapropylène hydrogéné (TPH, diluant), le carbonate de sodium, du nitrite et de l'oxalate de sodium.

L'acide nitrique permet la dissolution du combustible utilisé et réagit avec l'uranium et le plutonium pour former des nitrates d'uranyle et de plutonium. Dans les cycles d'extraction puis de purification de l'uranium et du plutonium sont aussi utilisés : du nitrate uraneux, obtenu par réduction de l'uranyle par de l'hydrogène sous pression ; des vapeurs nitreuses pour oxyder le plutonium ; puis à nouveau de l'acide nitrique pour laver les solutions de solvant chargées en uranium ou en plutonium et éliminer les traces de produits de fission. Une partie des nitrates est recyclée par récupération et traitement des oxydes d'azote des fumées.

La soude est utilisée pour le traitement des gaz, la régénération du TBP et la neutralisation des effluents. Le formol permet de réduire l'acidité de la solution lors de la concentration des produits de fission. L'hydrazine est un réducteur utilisé lors de la séparation de l'uranium et du plutonium.

Le TBP-TBH permet l'extraction de l'uranium et du plutonium depuis la phase aqueuse. Après lavage, l'unité de traitement des effluents organiques permet de régénérer la presque totalité du TBP et du TPH. Les résidus organiques sont évacués vers l'atelier de minéralisation des solvants (INB 118).

⁸ La combustion massique exprime la quantité d'énergie produite par quantité de matière fissile. Elle permet de déterminer le niveau d'irradiation du combustible et la composition du combustible utilisé.

Sorties

Outre les parties valorisables ou non du combustible usé, le fonctionnement des deux INB génère :

- des déchets d'exploitation et de maintenance des ateliers (« déchets technologiques » : vêtements, matériels hors d'usage...) : ils sont démontés, éventuellement décontaminés, triés, mis en conteneurs et évacués vers l'atelier de conditionnement des déchets technologiques (ou l'atelier de compactage des coques selon leur activité) ;
- des résines de traitement des eaux des piscines (résines échangeuses d'ions) qui sont conditionnées dans l'INB 117 ;
- des effluents liquides ;
- des effluents gazeux : dans chaque INB, ils sont rejetés après traitement et filtration par une cheminée principale de 100 m (cisailage et dissolution des combustibles usés), trois cheminées secondaires et de nombreux émissaires dits d'activité négligeable.

1.1.3 Information et concertation autour de La Hague

La Hague fait l'objet d'un suivi par une commission locale d'information (CLI), associant administration, industriels, associations, élus locaux et personnalités ou organismes qualifiés.

Un groupe d'expertise pluraliste, le Groupe radioécologie Nord-Cotentin (GRNC) a été mis en place en 1997 pour examiner l'impact environnemental et sanitaire des sites nucléaires du nord du Cotentin à la demande des ministères en charge de la santé et de l'environnement. Initialement centré sur le domaine nucléaire, le groupe a élargi son domaine d'intervention à l'impact des rejets chimiques. Plus de 50 experts de compétences et d'origines diverses (institutionnels, associatifs, industriels) ont participé à ses études jusqu'à la fin des années 2000.

1.2 Présentation du projet

Le projet de modification des INB 116 et 117 vise à permettre le traitement de combustibles usés présentant des caractéristiques différentes de celles aujourd'hui autorisées par les deux décrets du 12 mai 1981 modifiés. Il s'agit de combustibles pour réacteurs à eau lourde, de type UOX (oxyde d'uranium naturel ou d'uranium de retraitement) ou MOX (oxyde mixte d'uranium et de plutonium), et de combustibles pour réacteurs à eau légère ou à eau lourde avec des teneurs initiales (avant irradiation) en uranium fissile 235 supérieures à celles autorisées : jusqu'à 10 % en moyenne pour chaque assemblage de combustible de type UOX naturel (5 % actuellement) et jusqu'à 2 % pour les combustibles de type MOX (1,2 % actuellement). Les autres caractéristiques (teneurs en plutonium et américium avant irradiation et combustion massique maximale) satisfont les limites existantes.

Les caractéristiques initiales des combustibles (type de combustible et teneurs initiales, type de réacteur) et la combustion massique permettent de modéliser la composition des combustibles usés. Il est dès lors possible d'associer des combustibles d'origines différentes afin de moyenner leurs caractéristiques et de travailler avec des compositions d'entrées sensiblement constantes. Chaque année, le programme de traitement de l'établissement est ainsi constitué d'un panel de combustibles autorisés aux caractéristiques variables.

Filière	Type de combustible	Teneur en U235 avant irradiation	Teneur en plutonium et américium avant irradiation	Combustion massique maximale en GW.j/t
Eau légère et eau lourde	Oxyde d'uranium (UOX) naturel	< 10 %	-	75
Eau légère et eau lourde	Oxyde d'uranium (UOX) de retraitement	< 4,9 %	-	75
Eau légère et eau lourde	Oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX)	< 2 %	< 11 % (< 12,5 % par élément combustible)	65
Neutrons rapides	Oxydes d'uranium et de plutonium	-	< 35 %	120
Recherche	-	-	< 95 %	-

Tableau 2 : Caractéristiques des nouveaux combustibles usés (source : rapporteurs d'après dossier)

Les nouveaux combustibles usés pourraient représenter au maximum 20 % du tonnage annuel (inchangé), tandis que 80 % au moins de ce tonnage restera composé des combustibles les plus couramment traités (UOX). Le dossier indique que les caractéristiques radiologiques d'un panel incluant une part de nouveaux combustibles usés sont très proches de celles d'un panel de combustibles déjà autorisés.

Les modifications nécessaires pour le traitement des nouveaux combustibles usés se limitent à l'adaptation de quelques équipements et de certaines conditions d'exploitation :

- réception et entreposage : ajout d'une étape de préparation en piscine à effectuer sur certains assemblages avant leur transfert vers l'atelier de cisailage. Dans le cas des nouveaux combustibles se présentant sous forme de plaques ou comportant des éléments amovibles (barres de contrôle de la réaction nucléaire parfois fixées dans les assemblages), il s'agit de retirer des composants métalliques ne contenant pas de substance radioactive. Ceux-ci constituent alors des déchets de structure de faible activité qui seront conditionnés par blocage ou enrobage dans des conteneurs béton-fibre destinés à un stockage en surface ;
- cisailage : utilisation de poussoirs spécifiques pour faire avancer certains assemblages dans la cisaille au fur et à mesure de la découpe ;
- dissolution : ajustement éventuel pour ramener les teneurs en uranium ou plutonium dans des valeurs correspondant aux paramètres de fonctionnement des ateliers ;
- conditionnement des déchets technologiques : prise en charge de déchets de structure à faible activité (cf. ci-dessus), sans modifications des opérations de conditionnement.

Les deux INB 116 et 117 pourront traiter les nouveaux combustibles usés et sont concernées par les modifications, parallèlement ou ensemble compte tenu de leurs similarités et couplages.

Le transport des combustibles usés depuis leur lieu de production jusqu'à l'usine de La Hague, puis le stockage, le transport et le devenir des produits, déchets et effluents sont indissociables du traitement. Le périmètre du projet doit ainsi inclure ces aspects de logistique. La prise en charge de nouveaux combustibles usés correspond pour partie à de nouveaux lieux de production et donc à de nouveaux itinéraires de transport dont les éventuelles spécificités sont à analyser dans l'étude d'impact du projet.

1.3 Procédures relatives au projet

L'INB 116 a été initialement autorisée par un décret d'autorisation de création (DAC) du 12 mai 1981, modifié par décrets des 28 mars 1989, 18 janvier 1993, 10 janvier 2003, 2 juin 2016, 7 novembre 2016 et 27 novembre 2020. L'INB 117 a été initialement autorisée par un autre décret d'autorisation de création du 12 mai 1981, modifié par décrets des 28 mars 1989, 18 janvier 1993, 10 janvier 2003 et 2 juin 2016.

Le dossier est constitué de deux demandes d'autorisation de modifications des INB 116 et 117, déposées au titre de l'article R. 593-47 du code de l'environnement. La modification est substantielle au titre de la réglementation INB car elle constitue un changement de nature des installations. Les demandes d'autorisation sont constituées dans les conditions définies aux articles R. 593-15 et 16 et « *le dossier accompagnant la demande porte sur l'installation telle qu'elle résulterait de la modification envisagée et précise l'impact de cette modification sur les différents éléments de l'autorisation en cours. La demande d'autorisation est instruite et fait l'objet d'une décision selon les mêmes modalités que celles définies [pour la création d'une INB].* »

Le dossier sera soumis à enquête publique au courant de l'année 2021, pour modification des décrets d'autorisation en fin d'année.

Le transport des colis de substances radioactives à usage civil est encadré par une réglementation internationale, le « règlement type sur le transport des marchandises dangereuses », aussi appelé « livre orange », publié par l'Organisation des nations unies (ONU). Ce livre regroupe les exigences de sûreté relatives aux neuf classes de matières dangereuses. Ces exigences sont déclinées en règlements spécifiques à chaque mode de transport qui font l'objet d'arrêtés et de directives établis au niveau national ou européen.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est chargée du contrôle de l'application de la réglementation de la sûreté des INB et des installations classées pour la protection de l'environnement comprises dans le périmètre des INB, ainsi que du transport de substances radioactives à usage civil.

1.4 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae

L'Ae considère que les enjeux environnementaux majeurs de ce dossier sont :

- la protection radiologique des populations ;
- la sécurité du site ;
- la gestion des déchets ;
- les rejets dans les eaux et l'atmosphère.

2. Analyse de l'étude d'impact

La demande d'autorisation comprend un dossier par INB comme exigé par la réglementation (article R. 593-47 du code de l'environnement). Chaque dossier comprend sa propre étude d'impact, considérant, suivant les cas, l'INB seule, les deux INB ou l'usine de La Hague dans son ensemble, ce qui n'en facilite pas la compréhension⁹.

⁹ Les incidences étant analysées globalement à l'échelle du site, la suite de l'avis désigne ces deux par « l'étude d'impact ».

Aucune des études d'impact ne traite de la logistique (transport des combustibles usés, des déchets, de l'uranium et du plutonium et des produits intermédiaires), alors que ces opérations font partie intégrante du périmètre du projet au sens du code de l'environnement et sont susceptibles de présenter des incidences significatives pour l'environnement et la santé.

Certains éléments qui seraient utiles à l'étude d'impact ne sont disponibles que dans les rapports préliminaires de sûreté, comme la liste des substances dangereuses, la composition des structures métalliques des assemblages de combustible, la maîtrise des émissions diffuses de formol issues des stockages...

Ni l'étude d'impact ni les rapports de sûreté n'envisagent par ailleurs les fonctionnements en mode dégradé, ou les impacts environnementaux en situation d'incident ou d'accident¹⁰.

L'Ae recommande d'élargir l'étude d'impact à la logistique amont et aval qui font partie intégrante du projet au sens du code de l'environnement. Elle recommande également de compléter le dossier par une synthèse des études d'impact des INB 116 et 117, traitant les deux INB comme un tout et incluant notamment un schéma global des flux entrants, intermédiaires et sortants, y compris les effluents gazeux et liquides, ainsi que des stockages.

2.1 État initial

L'état initial est détaillé, mais repose parfois sur des expertises ou des campagnes de mesures anciennes (campagnes de mesure sur le milieu naturel, ou expertises du GRNC des années 2000 en particulier) qui nécessiteraient d'être actualisées.

L'Ae recommande d'actualiser les campagnes de mesures et expertises anciennes au vu de l'évolution des émissions et du contexte général, humain et naturel de la région.

2.1.1 Milieu naturel et paysages

Les vastes étendues de La Hague se composent de paysages végétaux variés. Le bocage constitue une des caractéristiques de l'écosystème, jouant un rôle de brise-vent, mais aussi de réservoir de biodiversité et de corridors écologiques. La Hague présente un intérêt ornithologique certain par la variété de ses espèces. Le contexte écologique de la presqu'île de La Hague est propice à la présence de faune et de flore protégées aux niveaux européen, national ou régional.

Un inventaire du patrimoine naturel dans le périmètre de l'établissement (emprise principale et vallon des Moulinets) a été réalisé en 2016 pour identifier les habitats naturels d'intérêt patrimonial ainsi que les espèces végétales et animales remarquables. Il en ressort que les enjeux écologiques se répartissent dans trois secteurs : une lande à l'ouest de l'établissement, les falaises au droit du vallon des Moulinets et certaines dépendances vertes bordant la clôture de l'établissement. Du fait de la violence des courants et tempêtes, la végétation, le plancton et la faune présents dans les eaux du Nord-Cotentin sont moins abondants que sur les côtes voisines, bretonnes en particulier.

¹⁰ Cet aspect est évoqué dans la partie 3.

Plusieurs espaces naturels protégés sont inventoriés dans un rayon de 10 km :

- quatre sites Natura 2000¹¹ : une ZPS (zone de protection spéciale) « landes et dunes de La Hague » abritant 20 espèces d’oiseaux, ainsi que trois ZSC (zones spéciales de conservation) : une ZSC terrestre « massif dunaire de Héauville à Vauville », une ZSC terrestre et marine « récifs et landes de La Hague » et une ZSC marine « anse de Vauville » ;
- deux sites visés par un arrêté de protection de biotope : le site ornithologique des falaises de Jobourg et les cordons dunaires pour la protection du chou marin ;
- la réserve naturelle nationale de la mare de Vauville, comportant dunes et pannes humides¹² entrecoupées de fourrés et de saulaies marécageuses ;
- 17 zones naturelles d’intérêt écologique, faunistique et floristique (Znieff)¹³ ;
- deux réserves de chasse et de faune sauvage sur le domaine public maritime : la réserve du Nez de Jobourg et celle de Vauville–Biville.

La création d’une aire marine protégée du cap Fréhel au cap de La Hague dénommée « parc naturel marin normand-breton » est en cours d’étude.

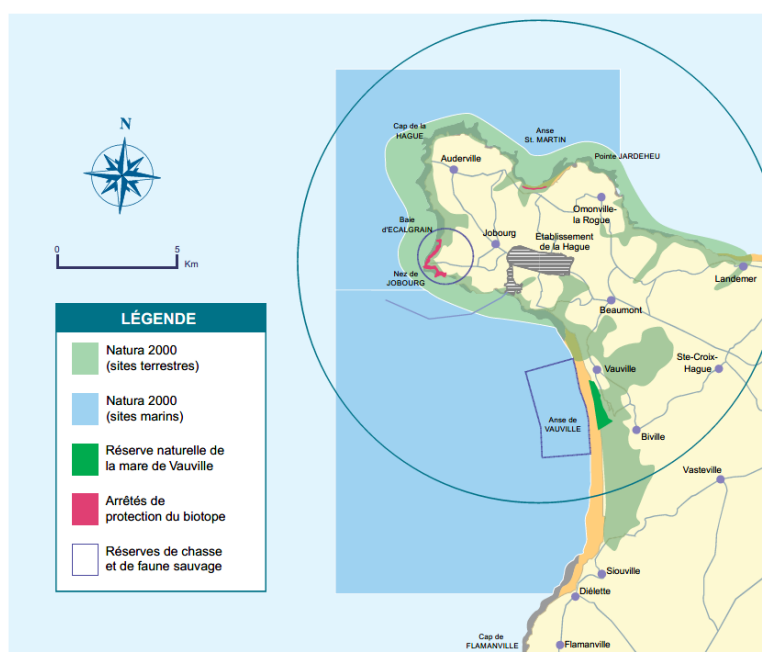


Figure 10 : Carte des aires protégées du cap de La Hague (source : dossier)

¹¹ Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen en application de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » (codifiée en 2009) et de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore », garantissant l’état de conservation favorable des habitats et espèces d’intérêt communautaire. Les sites inventoriés au titre de la directive « Habitats » sont des zones spéciales de conservation (ZSC), ceux qui le sont au titre de la directive « Oiseaux » sont des zones de protection spéciale (ZPS).

¹² Pannes humides : dépressions interdunaires, plus ou moins inondées tout au long de l’année.

¹³ Lancé en 1982 à l’initiative du ministère chargé de l’environnement, l’inventaire des zones naturelles d’intérêt écologique faunistique et floristique (Znieff) a pour objectif d’identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue deux types de Znieff : les Znieff de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ; les Znieff de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

2.1.2 Déchets

Déchets radioactifs

Les déchets radioactifs sont d'une part les déchets directement issus des combustibles usés qui contiennent **leurs** parties non valorisables, d'autre part les déchets radioactifs occasionnés par le seul usage des installations.

Le nitrate d'uranyle et l'oxyde de plutonium sont considérés comme des matières nucléaires.

Les déchets directement issus des combustibles usés comportent les produits de fission qui renferment la quasi-totalité de la radioactivité du combustible utilisé : ils sont calcinés et incorporés dans une matrice de verre stable à très long terme, coulée dans un conteneur en acier inoxydable appelé CSD-V (conteneur standard de déchets vitrifiés).

Ils comportent également les déchets métalliques de structure. Les types de gaines de combustible actuellement traitables dans les usines d'Orano La Hague sont des gaines à base de zircaloy¹⁴, d'inox ou d'aluminium¹⁵. Les gaines zircaloy et inox, après dissolution du combustible, sont compactées et conditionnées dans un conteneur en acier inoxydable appelé CSD-C (conteneur standard de déchets compactés) similaire au conteneur utilisé pour les produits de fission vitrifiés. L'aluminium présent dans les solutions de dissolution est vitrifié avec les produits de fission.

Les conteneurs CSD-V et CSD-C constituent des déchets de haute activité (HA) ou de moyenne activité à vie longue (MA-VL). Ils sont entreposés au sein de l'établissement dans l'attente de leur expédition vers un centre agréé. Pour les combustibles venant de l'étranger, ils ont vocation à être restitués à ces clients.

Les déchets radioactifs occasionnés par le seul usage des installations comportent les déchets dits « technologiques » résultant des opérations d'entretien et de maintenance, les résines de traitement des eaux des piscines, les solvants usés, les « boues » issues du traitement des effluents liquides, les effluents de rinçage des installations.

Les boues et les effluents de rinçage constituent des déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL). Les boues sont enrobées dans une matrice de bitume et conditionnées dans des fûts en acier inoxydable. Les effluents de rinçage sont calcinés et conditionnés par vitrification. Les autres déchets liés à l'usage des installations sont en majorité de catégorie faible ou moyenne activité à vie courte (FMA-VC). Ils sont pour la plupart conditionnés dans des conteneurs en béton fibré. Pour certains déchets liés à l'exploitation, d'autres filières ont été mises en place : incinération de déchets de faible et très faible activité et fusion des métaux faiblement radioactifs, ce qui permet de recycler une partie des métaux. Ces traitements, effectués dans des centres spécialisés, réduisent les volumes d'un facteur 8 pour l'incinération et 10 pour la fusion. Les déchets de très faible activité (TFA) sont conditionnés en grands récipients souples (« big bags ») ou en casiers métalliques.

Les déchets une fois conditionnés suivent les filières réglementaires :

¹⁴ Les zircaloys sont des alliages de zirconium. Il en existe plusieurs nuances : le zircaloy 1 (Zy-1) avec 2,5 % d'étain qui peut se corroder et des additifs ajoutés pour limiter cet effet ; le Zy-2, utilisé principalement dans les réacteurs à eau bouillante, alliage de zirconium et d'étain (<1,45 %), chrome (0,10 %), fer (0,135 %), nickel (0,055 %) et hafnium (<0,01 %) ; le Zy-4, utilisé principalement dans les réacteurs à eau sous pression, alliage de zirconium et d'étain (1,45 %), chrome (0,10 %), fer (0,21 %) et hafnium (<0,01 %). (Source : Wikipédia)

¹⁵ Les rapports de sûreté évoquent l'utilisation d'« Inconel », marque déposée désignant différents alliages de métaux (« superalliages »), principalement du nickel allié avec du chrome et du fer, du niobium, du manganèse et du molybdène.

	Déchets à très courte durée de vie (VTC) contenant des radionucléides de période < 100 jours	Déchets à courte durée de vie (VC) dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période < 31 ans	Déchets à longue durée de vie (VL) dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période > 31 ans
Très faible activité (TFA)	Déchets VTC gestion par décroissance radioactive	Déchets TFA : 1 300 m³/an stockage de surface : centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de Morvilliers (Cires)	
Faible activité (FA)		Déchets FMA-VC : 249 m³/an stockage de surface : centre de stockage de l'Aube (CSA)	Déchets FA-VL stockage à faible profondeur à l'étude
Moyenne activité (MA)			Déchets MA-VL : 110 m³/an issus des combustibles usés et 28 m³/an autres stockage en couche géologique profonde en projet (Cigéo)
Haute activité (HA)		Déchets HA : 140 m³/an stockage en couche géologique profonde en projet (Cigéo)	

Tableau 3 : Classement réglementaire et destination des déchets réglementaires du site de La Hague en 2018 (source : rapporteurs d'après dossier)

Conformément au plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, les déchets HA et MA-VL sont destinés à être stockés en couche géologique profonde dans l'installation Cigéo. À ce stade, ce dossier est toujours en projet. Ces déchets sont, dans l'attente, entreposés en surface sur le site de La Hague. Les quantités de déchets entreposés sont enregistrées par l'Agence nationale de gestion des déchets radioactifs (Andra) chaque année dans l'inventaire national des matières et déchets radioactifs. Le dossier ne précise pas les capacités de stockage disponibles et autorisées, ni le devenir de ces stockages en cas de retard de réalisation ou de non réalisation de Cigéo, voire d'impossibilité technique d'y envoyer certains déchets¹⁶.

L'Ae recommande de préciser les capacités de stockage de déchets HA et MA-VL sur la plateforme de La Hague et les solutions envisagées en cas de retard de réalisation ou de non réalisation de Cigéo ou en cas de refus de certains déchets HA et MA-VL par Cigéo.

Déchets conventionnels

En 2018, le site de La Hague a produit 3 800 t de déchets conventionnels dangereux (huiles usagées, hydrocarbures, batteries, déchets d'équipements électriques et électroniques...) ou non dangereux. Ils sont pris en charge par des services dédiés. Une étude « déchets » a été réalisée en 2017, avec deux axes majeurs : le tri sélectif et la recherche de nouvelles filières de valorisation.

2.1.3 Eau

Alimentation en eau

L'eau potable est fournie par le réseau d'eau public. La consommation moyenne de l'établissement se situe entre 50 000 et 80 000 m³ d'eau potable par an. L'établissement prélève environ 500 000 m³ d'eau chaque année dans la retenue des Moulinets pour produire les qualités d'eau nécessaires au procédé.

¹⁶ Les déchets bitumés doivent ainsi faire l'objet de nouvelles études à la demande de l'ASN pour vérifier que leur stockage à Cigéo n'y augmente pas le risque d'incendie.

Traitement des effluents

Les autorisations de rejets de l'établissement de La Hague sont fixées par deux décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) du 22 décembre 2015, les décisions 2015-DC-0535 et 0536. Les rejets en mer sont classés en trois familles justifiant chacune d'une procédure de rejet spécifique.

Origine	Caractéristiques	Dénomination	Volume moyen annuel sur 2017-2019
Procédé de traitement	Effluents faiblement radioactifs : - activité bêta et gamma hors tritium < 1,85 Mbq/l - activité alpha < 3,7 kBq/l	Effluent V	87 000 m³/an (240 m³/j)
	Effluents dont l'activité est supérieure aux critères des rejets « V » et : - activité bêta et gamma hors tritium < 100 MBq/l - activité alpha < 100 kBq/l	Effluent A	0 m³/an
Hors procédé de traitement	Eaux gravitaires dites « à risques » pouvant comporter : - les eaux de pluie des plateformes d'entreposage des colis compatibles avec un entreposage de surface, d'entreposage des emballages de transport de combustibles irradiés et de reprise des déchets de la zone nord-ouest ; - les eaux provenant du réseau de drainage profond destiné à protéger les ateliers des infiltrations d'eaux, sauf les eaux de drainage de l'INB 116 orientées vers le ruisseau de Sainte-Hélène avec contrôle continu ; - les eaux provenant des réseaux de drainage du Centre de stockage de la Manche.	Effluent GR	510 000 m³/an (1 400 m³/j)

Tableau 4 : Classification des rejets liquides en mer (source : rapporteurs d'après dossier)

Les effluents GR (hors procédé de traitement) ne font pas l'objet de traitement. Par ailleurs, les eaux usées domestiques et les eaux usées industrielles (hors procédé de traitement) sont traitées dans une station biologique dénitrifiante et le rejet s'effectue en grande partie dans le milieu superficiel.

Les effluents de procédé suivent des filières de traitement différentes selon leur radioactivité et la présence de sodium :

- les effluents sans sodium sont traités par évaporation et concentration, afin de récupérer l'essentiel de l'activité. Les concentrats sont conditionnés en colis de déchets vitrifiés. Le distillat produit est faiblement radioactif et répond aux critères des effluents « V » ;
- les effluents avec sodium ne représentent qu'1 % du total. Ils ne peuvent pas subir le même traitement car le procédé de vitrification impose une limitation de la teneur en sodium. Ils font l'objet d'une précipitation chimique des radionucléides. Les précipités, les « boues de traitement », sont incorporés dans une matrice de bitume et conditionnés dans des fûts en acier inoxydable. Le liquide est filtré et contrôlé puis rejeté par l'émissaire marin. En fonction de leur activité, les effluents sont classés « A » ou « V ».

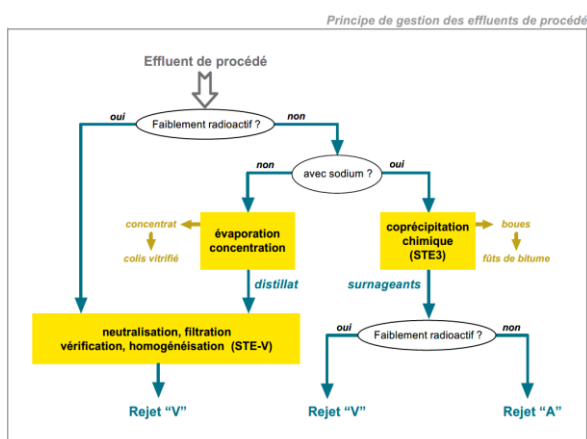


Figure 11 : Principe de gestion des effluents de procédé (source : dossier)

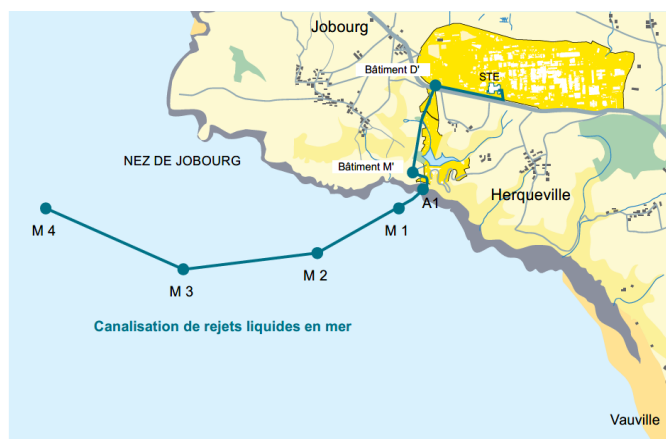


Figure 12 : Canalisation de rejet en mer (source : dossier)

Le rejet en mer s'effectue par une conduite dont la partie terrestre (souterraine) a une longueur de 2 500 m et la partie sous-marine une longueur d'environ 5 000 m. Les études menées montrent que la diffusion au point de rejet permet une très bonne dilution du fait des forts courants maritimes.

Qualité des rejets

Les effluents « A » et « V » sont stockés chacun dans un bassin avant d'être rejetés en mer par la canalisation, une fois leur qualité analysée et leur conformité vérifiée. Le suivi radiologique porte sur les activités volumiques alpha, bêta, gamma et du tritium. Les normes de rejets sont données pour l'activité volumique globale et les flux annuels et pour les activités moyennes quotidiennes ajoutées en mer, calculées après dilution complète en mer à 1 km du point de rejet. Les normes de rejet sont respectées sur l'ensemble de la période 2014-2018.

Paramètres	Flux extrêmes 2014-2018 (TBq/an)		Limite autorisée (TBq/an)
	minimal	maximal	
Tritium	11 400	13 700	18 500
Iodes radioactifs	1,28	1,66	2,6
Carbone 14	7,33	8,52	42
Strontium 90	0,10	0,89	1,2
Césium 137	0,57	0,86	2
Césium 134	0,033	0,083	0,5
Ruthénium 106	1,10	2,00	15
Cobalt 60	0,06	0,08	0,9
Autres émetteurs bêta et gamma	1,43	2,54	30
Émetteurs alpha	0,017	0,023	0,07

Tableau 5 : Bilan annuel des rejets radioactifs (source : rapporteurs d'après dossier)

Le suivi chimique porte sur les nutriments, les métaux toxiques et quelques autres paramètres (TBT, hydrazine, arsenic, DCO, ammonium...). Les normes, données en flux, sont respectées.

Paramètres	Flux extrêmes 2014-2018 (kg/an)		Limite autorisée (kg/an)
	minimal	maximal	
Nitrates (NO ₃ ⁻)	1 770 000	2 550 000	2 900 000
Nitrites (NO ₂ ⁻)	33 700	41 300	100 000
Nickel	4,2	< 20	250
Chrome	2,1	< 5,2	130
Cobalt	1,4	< 5,8	200
TBP (Tributylphosphate)	991	1 490	2 700
Zinc	< 18,6	< 88,2	180

Tableau 6 : Bilan annuel des principaux rejets chimiques (source : rapporteurs d'après dossier)

Il convient de noter les flux importants de nitrates et nitrites, de l'ordre de 2 000 t/an¹⁷, ce qui représente plus de 1 % de la totalité des rejets d'azote par les industriels et les stations d'épuration urbaines en France de 2013¹⁸, vraisemblablement plus encore aujourd'hui.

¹⁷ Soit 450 t d'azote. Un porc charcutier rejetant 4,49 kg d'azote pendant la durée de son élevage, cela représente le rejet en équivalent azote du lisier de 100 000 porcs directement dans la mer, non épuré, non épandu.

¹⁸ Le total des rejets d'azote était de 40 000 t : <https://fr.statista.com/statistiques/669351/eau-rejets-azote-industrie-stations-epuration-france/>.

Le dossier précise les moyens mis en œuvre pour recycler l'acide nitrique, en particulier par régénération à partir des vapeurs nitriques. Il ne donne aucune information sur l'origine des nitrates dans les rejets, sur les traitements, ni sur les pistes possibles d'amélioration. Les volumes d'effluents ne représentent que quelques centaines de m³ par jour et doivent pouvoir être dénitrifiés.

L'Ae recommande de préciser dans les schémas fonctionnels des procédés l'origine et les flux de nitrates rejetés dans les effluents et de proposer des voies d'amélioration.

Les effluents « GR » sont échantillonnés avant rejet en mer ou, en cas d'indisponibilité ou de saturation de la conduite de rejet en mer, vers différents ruisseaux dont celui de Moulinets qui traverse la retenue des Moulinets et se jette dans l'anse des Moulinets.

Pour les eaux usées rejetées dans les ruisseaux après épuration, les normes de rejets sont respectées. Même si les concentrations moyennes observées en nitrates respectent la norme, très élevée (1 500 mg/l), ces valeurs (430 mg/l) sont difficiles à comprendre pour le rejet d'une station dénitrifiante et alors que La Hague est située en zone sensible à l'eutrophisation au titre de la directive « eaux résiduaires urbaines »¹⁹.

L'Ae recommande de préciser les raisons des mauvais résultats en matière de dénitrification de la station d'épuration des eaux usées et de proposer des voies d'amélioration.

Eaux souterraines

La nappe est située à faible profondeur. Elle donne naissance à des sources qui alimentent des marais et des ruisseaux. Elle fait l'objet d'un suivi régulier sur près de 200 piézomètres à l'intérieur et à proximité du site. Les données sont exploitées en termes radiologiques et piézométriques. La perméabilité des terrains est faible (10⁻⁷ à 10⁻⁹ m/s). La qualité des eaux montre l'absence de pollution notable, chimique ou radiologique.

Eaux superficielles

Les eaux pluviales de la plate-forme Orano Cycle sont dirigées vers les petits bassins versants des Moulinets (3,3 km²), de Sainte-Hélène (4,5 km²) et des Combes (2 km²). Les ruisseaux émissaires de l'établissement font l'objet d'un suivi radiologique hebdomadaire des eaux et trimestriel de leurs sédiments. Les analyses donnent des valeurs inférieures ou voisines des seuils de détection à l'exception du tritium dans le ruisseau de Sainte-Hélène. Cette pollution serait due à la libération de tritium dans les années 1970 par le centre de stockage de déchets radioactifs voisin (CSM-Andra)²⁰.

Les normes de qualité sont respectées à l'exception des composés cycliques hydroxylés (CCH²¹) : les flux journaliers moyens dépassent ainsi de trois à cinq fois les flux autorisés (10 g/jour par ruisseau) en 2018. Il conviendrait d'en préciser l'origine et de prendre des mesures correctives.

¹⁹ Directive 91/271 du 21/05/91 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines.

²⁰ La durée de cette pollution peut questionner sur l'existence d'une source permanente de pollution résiduelle, les temps de séjour de l'eau dans ce type de contexte hydrologique étant bien inférieurs à 50 ans.

²¹ Le CCH le plus fréquent et le plus connu est le phénol.

Eaux marines

La Manche connaît un très fort régime de marées. Le cap de La Hague est bordé par un bras de mer peu profond, le Raz Blanchard, où les courants de marée sont violents (jusqu'à 10 nœuds). Les rejets des installations sont, de loin, les plus importants des installations nucléaires en France.

Les prélèvements d'eau de mer sont effectués quotidiennement sur la côte et chaque trimestre au large pour le suivi radiologique. Les valeurs radiologiques au large sont inférieures aux seuils de détection, à l'exception de la mesure « bêta global » qui inclut l'activité du principal radionucléide mesuré dans l'eau de mer, le potassium 40, d'origine naturelle. Les sédiments marins et les sables de plage sont également surveillés. Les résultats de 2018 montrent que, pour les points les plus proches de l'usine, les analyses radiologiques des sédiments marins réalisées en 2018 se situent pour la plupart en-dessous des seuils de détection ou du même ordre. Il en est de même pour les mesures sur les sables de plage de 2003 à 2018 à l'exception d'un marquage significatif au césium 137 dans l'Anse des Moulinets. Résultant d'activités passées, ce marquage s'atténue au fil du temps.

Le suivi radiologique de la biosphère marine prend en compte les algues, les crustacés, les mollusques et les poissons. La majorité des analyses radiologiques se situent en dessous ou autour des valeurs de détection, à l'exception du potassium 40 d'origine naturelle et de trois radioéléments : le carbone 14 qui est en partie d'origine naturelle ; l'iode 129 et, dans une moindre mesure, le plutonium, observés sur la Patelle qui les concentre de plusieurs ordres de grandeur.

La surveillance physico-chimique porte sur l'eau de mer au large et sur la côte et sur les moules. Le programme du GRNC avait couvert l'eau de mer, les sédiments, la Patelle et les poissons.

Les analyses d'eau de mer au large ne traduisent pas de pollution par les nutriments, l'hydrazine ou le TBT. *A contrario*, l'anse des Moulinets (« gauche de la grève »), située sous le site industriel, présente des concentrations moyennes en nitrates de près de 14 mg/l en 2018, niveau élevé alors que le dossier le considère comme « *très faible* »²². La pollution bactériologique de l'anse des Moulinets, de l'ordre de 15 à 20 *Escherichia coli* et entérocoques pour 100 ml en moyenne sur 2018 peut interroger, car elle peut correspondre à des valeurs journalières bien supérieures. L'analyse de la distribution statistique des résultats permettrait de les rapprocher des normes de baignade.

La pollution des sédiments par les métaux toxiques reste à des niveaux faibles, voire non quantifiables (mercure et cadmium), mais deux à trois fois plus élevés dans l'anse des Moulinets²³.

Le dossier n'explique pas les pollutions observées sur l'anse des Moulinets.

L'Ae recommande de rechercher l'origine des pollutions récentes de l'anse des Moulinets et de proposer des voies d'amélioration.

Les analyses sur les crustacés, mollusques et poissons ont porté sur les métaux lourds et les organochlorés. Les résultats sont du même ordre que les valeurs de la littérature observées sur des sites non pollués et toujours en deçà des limites réglementaires pour la consommation.

²² L'étude d'impact compare cette concentration au seuil de potabilité (50 mg/l), ce qui n'est pas un critère pertinent pour l'eau de mer et pour juger du risque d'eutrophisation.

²³ Le dossier compare les résultats avec des données de la littérature mal choisies : ces données correspondent soit à des milieux marins soumis à une forte pollution (baie de Seine en 1993), soit à un milieu marin, la mer Ionienne, soumise à des niveaux de pollution et de sédimentation très contrastés entre le golfe de Tarente et l'ouest de la Grèce.

2.1.4 Énergie – Gaz à effet de serre

La consommation d'électricité s'élève à 460 GWh par an et représente 70 % de la consommation énergétique totale. Deux chaufferies totalisant 45 MW produisent la vapeur nécessaire à l'usine. L'une fonctionne au fuel lourd (centrale de production de chaleur – CPC), la seconde au fuel domestique (centrale de production de chaleur au fuel domestique – CPCF).

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) est incomplet : si l'étude d'impact cite les émissions de protoxyde d'azote, de HFC, de HCFC²⁴, les émissions de CO₂ liées au transport du personnel et au process, les émissions indirectes liées à l'électricité consommée et les économies indirectes liées à la production nucléaire, elle ne donne que les chiffres d'émissions de CO₂ des chaufferies, de l'ordre de 40 000 à 50 000 t/an. Les rejets du protoxyde d'azote, gaz à fort effet de serre, s'élèvent à 100 t/an, soit 30 000 t d'équivalent CO₂ supplémentaires.

L'Ae recommande de présenter un bilan complet des émissions de gaz à effet de serre et de proposer des pistes de réduction des émissions et en particulier de celles de protoxyde d'azote.

L'étude d'impact limite par ailleurs le périmètre d'étude à la seule plateforme Orano Cycle La Hague, sans prendre en compte la logistique (transports par trains, camions, bateaux). Il faut aussi tenir compte de la dimension nationale du projet. Les émissions de gaz à effet de serre devraient également être analysées à l'échelle de la gestion de l'ensemble des combustibles nucléaires usés.

L'Ae recommande d'analyser les émissions de gaz à effet de serre liées à la gestion de l'ensemble des combustibles nucléaires usés.

2.1.5 Air

Les deux INB représentent l'essentiel des rejets atmosphériques de l'établissement.

Rejet des installations nucléaires

La majeure partie des effluents radioactifs gazeux est rejetée par les cheminées de 100 m de hauteur, de manière à favoriser la dispersion et à réduire l'impact.

Les gaz sont libérés principalement lors des opérations de cisailage et de dissolution. Ils passent, après oxydation des vapeurs nitreuses, dans une colonne de recombinaison de l'acide nitrique. Les gaz ainsi traités rejoignent les gaz d'évent des appareils des unités de dissolution. L'ensemble est lavé une première fois dans une colonne de garnissage arrosée à l'eau et une seconde fois dans une colonne à plateaux arrosée par de la soude qui retient l'iode. Enfin, des pièges à iode et des filtres à très haute efficacité (THE) complètent le traitement.

Les rejets de radionucléides en mer sont préférés aux rejets dans l'atmosphère car ils ont un impact dosimétrique plus faible pour la même quantité rejetée.

²⁴ Le site utilise des fluides frigorigènes et d'extinction formés de HFC (hydrofluorocarbures) et de HCFC (hydrochlorofluorocarbures). Le dossier indique que le taux de fuite de fluide frigorigène lors des opérations de maintenance s'élève à 5 %.

*Schéma simplifié du traitement appliqué
aux effluents gazeux des ateliers de cisailage-dissolution*

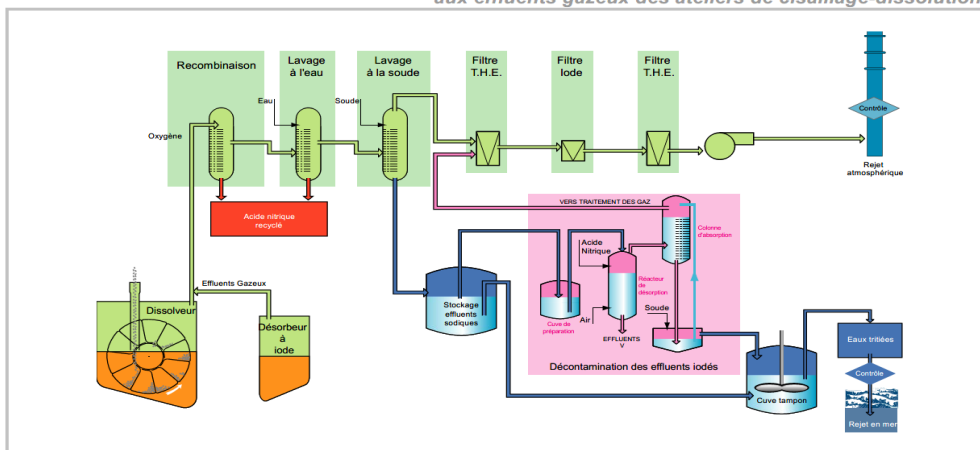


Figure 13 : Schéma de traitement des effluents gazeux des ateliers de cisailage-dissolution (source : dossier)

La radioactivité des rejets gazeux est contrôlée en continu. Les principaux radionucléides présents sont : le tritium, dont la majeure partie est piégée sous forme d'eaux tritiées rejetées en mer ; l'iode 129 qui est absorbé à plus de 96 % par un lavage à la soude des gaz issus des opérations de cisailage-dissolution puis, pour le résiduel, par des pièges à iode composés de zéolithe ; le krypton qui ne subit aucun traitement ; le carbone 14 qui est épuré en partie lors du lavage à la soude ; les émetteurs bêta et gamma. Les émetteurs bêta et gamma sont principalement le ruthénium-rhodium 106, qui est en quasi-totalité vitrifié et dont une faible partie se retrouve sous forme d'aérosols qui sont stoppés par des filtres de très haute efficacité (plus de 99,9 %), et l'antimoine 125, piégé sur des cartouches à charbon actif.

Les rejets font l'objet d'un suivi radiologique continu. Ils respectent les normes.

Paramètres	Flux extrêmes 2014-2018 (TBq/an)		Limite autorisée (TBq/an)
	minimal	maximal	
Tritium	60	78	150
Iodes radioactifs	0,0054	0,0064	0,018
Gaz rares radioactifs dont ⁸⁵ Kr	285 000	320 000	470 000
Carbone 14	17	22	28
Autres émetteurs bêta et gamma artificiels	0,10.10 ⁻³	0,11.10 ⁻³	1,00.10 ⁻³

Tableau 7 : Bilan annuel des rejets atmosphériques radioactifs (source : rapporteurs d'après dossier)

Les composés physico-chimiques présents dans les rejets gazeux sont les oxydes d'azote (NO_x) dont la plus grande partie est recombinaison en acide nitrique pour recyclage, le protoxyde d'azote (N₂O), les composés organiques volatils (COV) qui sont liés à l'usage de solvants organiques, principalement le TPH (tétrapropylène hydrogéné), le trichloréthylène (cancérigène, mutagène et reprotoxique probable) et le biosane.

Les mesures d'oxydes d'azote font l'objet d'une campagne annuelle de mesures. Les rejets de protoxyde d'azote sont calculés sur la base de la production et des consommations d'intermédiaires. Les COV font l'objet d'un bilan matière au travers du plan de gestion des solvants. Les rejets de composés chimiques respectent les normes avec des valeurs faibles : de 30 à 150 t/an pour les oxydes d'azote.

L'étude d'impact n'évoque pas les émissions diffuses du stockage de formol, COV cancérigène, mutagène et reprotoxique, stocké sur le site. Les rapports de sûreté précisent que les événements sont équipés d'un dispositif de traitement.

L'Ae recommande de quantifier les émissions diffuses de formol et de prévoir le cas échéant les moyens de les réduire.

Autres rejets

La principale autre source de rejets gazeux chimiques de l'établissement est la centrale de production de chaleur (CPC). Les rejets s'élèvent ainsi à environ 150 t/an de dioxyde de soufre (SO₂). Pour les limiter, le choix a été fait d'utiliser prochainement du fioul TTBT (teneur en soufre inférieure à 0,55 %).

L'Ae recommande de préciser les délais de conversion de la centrale de production de chaleur au fioul TTBT et d'inclure cette conversion dans la demande actuelle de modification de l'autorisation.

Qualité de l'air

Les données radiologiques proviennent des mesures effectuées dans le cadre du programme de surveillance de l'environnement d'Orano. Les données physico-chimiques du milieu atmosphérique proviennent de la campagne de mesures du GRNC effectuée en 2006 et 2007.

La campagne de mesures physico-chimiques ne relève pas d'impact significatif pour les HAP²⁵, les 39 COV²⁶ analysés, les PCB²⁷ et les dioxines. Le dossier indique que les teneurs en BTEX²⁸ sont caractéristiques d'une zone rurale, mais sur la base de références rurales anciennes (2003). Le niveau de pollution n'est pas précisé pour le dioxyde de soufre, alors que les rejets de la CPC pourraient avoir un impact.

Les mesures de radioactivité atmosphérique portent sur les poussières, les gaz et le rayonnement gamma ambiant. Cinq communes de La Hague sont équipées d'une station réglementaire de mesure de la radioactivité. Les mesures portent sur les rayonnements gamma, les gaz, la radioactivité alpha et bêta des aérosols, l'iode, le tritium et le carbone 14. Les résultats se situent pour la plupart au-dessous ou autour des seuils de détection. Le rayonnement gamma en limite d'établissement et les concentrations en carbone 14 correspondent au niveau moyen du bruit de fond en France. Le krypton est détecté dans les différents villages²⁹. Enfin, la surveillance radiologique de l'eau de pluie, indicateur de l'activité des aérosols dans l'air, donne des valeurs sous le seuil de détection.

2.1.6 Risques naturels

Le site de La Hague n'est pas concerné par les risques d'inondation. Les vents peuvent dépasser fréquemment les 100 km/h. Le risque sismique est de niveau 2 (faible), caractérisé par quelques événements épars et par le foyer sismique de Jersey.

²⁵ Hydrocarbures aromatiques polycycliques, dont les principales émissions du site sont liées aux chaudières au fuel.

²⁶ Composés organiques volatils.

²⁷ PCB : polychlorobiphényles.

²⁸ BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène et xylène, dont les principales émissions du site sont liées aux chaudières au fuel.

²⁹ La mesure du krypton est utilisée pour calculer des coefficients de transfert atmosphérique et tenir compte de la variabilité des vents dans les calculs d'impact radiologique.

2.1.7 Impact sanitaire du site de La Hague

Impact radiologique

La réglementation française (article R. 1333-8 du code la santé publique) limite à 1 mSv/an³⁰ pour le public la dose efficace ajoutée du fait des activités nucléaires.

Les principaux radionucléides sont :

- le tritium, dont une part significative contenue dans les combustibles usés entrant dans l'usine est piégée dans les coques qui seront conditionnées sous forme de déchets compactés. Le reste n'est pas traité et est orienté à plus de 99 % vers les rejets liquides plutôt que gazeux, car l'impact radiologique local du tritium sous forme liquide est 1 000 fois moins élevé que sous forme gazeuse ;
- le carbone 14, piégé pour un tiers dans l'effluent liquide. Le reste est rejeté à l'atmosphère ;
- les iodes radioactifs (iode 129, iode 131 et 133) ont un impact 300 fois moindre s'ils sont rejetés sous forme liquide en mer que sous forme gazeuse. Ils sont rejetés en mer à 99 %. La mer présente une concentration notable d'iode sous forme d'isotope 127 stable, avec lequel l'iode 129 rejeté se mélange. La dilution isotopique obtenue est considérable, de l'ordre de 100 000 au niveau du groupe de référence le plus exposé. Cette forte « dilution » des isotopes radioactifs au sein d'un milieu déjà riche en iode 127 stable et sa faible demi-vie (8 jours)³¹ limitent les possibilités de concentration de l'iode radioactif le long de la chaîne alimentaire et au final chez l'homme ;
- le krypton 85 : l'absence de réactivité chimique du krypton protège de toute fixation et concentration dans la chaîne alimentaire. C'est pourquoi son impact par TBq rejeté est plus faible que celui des autres radionucléides. Des études ont été conduites dans le but d'identifier des technologies de traitement. Les procédés identifiés ne constituent pas à l'heure actuelle des solutions « accessibles » pour réduire les rejets, selon le dossier.

L'impact radiologique a été étudié sur deux groupes de référence : des agriculteurs et des pêcheurs, répartis en deux catégories. Les impacts dosimétriques sont calculés en envisageant l'ensemble des voies par lesquelles la radioactivité peut atteindre l'homme : la voie atmosphérique, les dépôts (végétaux, terres), les eaux (eau potable, ruisseaux, nappe), le milieu marin et les aliments. Les composantes du régime alimentaire et du mode de vie de ces groupes de population sont déduites d'enquêtes locales menées en 1998 et 1999 par le Crédoc³². La méthode d'évaluation est issue des travaux du GRNC formalisés par l'IRSN³³ et Orano. Les calculs d'impact ont fait l'objet d'une vérification par le GRNC pour les années 2003 à 2006.

³⁰ Le sievert (Sv) et surtout son millième, le millisievert (mSv), et son millionième, le microsievert (µSv), sont les unités utilisées pour donner une évaluation de l'impact des rayonnements sur l'homme, c'est-à-dire pour évaluer quantitativement l'impact biologique d'une exposition humaine à des rayonnements ionisants.

³¹ La demi-vie est la durée nécessaire à un radionucléide pour perdre la moitié de sa radioactivité ; une demi-vie de 8 jours correspond à une décroissance d'un facteur 1 000 de la radioactivité tous les 80 jours.

³² Crédoc : centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie.

³³ IRSN : institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

	Familles d'agriculteurs - (Min-Max sur période, μSv)			Familles de pêcheurs - (Min-Max, μSv)	
	adultes	enfants	nourrissons	adultes	enfants
Impact des rejets liquides	0,4-1	0,6-1	0,1-<1	2-3	1-2
Impact des rejets gazeux	10-13	12-13	12-13	3	4-5
Impact total	11-14	12-14	12-13	5-6	5-7

*Tableau 8 : Impact des rejets sur les groupes de référence (μSv) sur la période 2014-2018
(source : rapporteurs d'après dossier)*

Une surveillance de l'irradiation ambiante est également effectuée en périphérie de l'établissement grâce à un réseau de dosimètres. En 2018, les valeurs relevées se situent entre 80 et 110 nSv/heure, ce qui correspond à 0,9 mSv par an³⁴.

Au final, l'impact radiologique du site peut être considéré comme négligeable, ce qu'ont confirmé d'autres expertises.

Impact sanitaire lié aux rejets chimiques

La dernière mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires liés aux rejets de polluants chimiques date de 2016-2017. Elle est établie sur des bases prudentes (assimilation des COV au benzène, majoration des émissions des chaudières). Les résultats obtenus sont plus de 10 fois inférieurs aux valeurs de quotient de danger ou d'excès de risque individuel pouvant témoigner d'un risque et l'étude conclut à l'absence de risques chroniques préoccupants pour la santé.

2.2 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu

L'étude d'impact justifie le choix du retraitement des combustibles usés et du site par le schéma directeur du programme électronucléaire français. Le schéma directeur a prévu, dès l'origine, de mettre en œuvre le traitement comme mode de gestion des combustibles. Le choix de La Hague pour le centre de traitement des combustibles usés a pris en compte des critères spécifiques à l'activité d'une usine de traitement, notamment la possibilité de rejeter les effluents liquides en mer, ce qui assure leur dilution, par ailleurs améliorée par de forts courants (Raz Blanchard). Le régime des vents sur ce plateau à 180 m au-dessus de la mer assure une dispersion rapide des effluents gazeux. La sismicité y est faible.

Au regard des rejets radioactifs importants du site, le plan national de gestion des matières et déchets radioactifs avait inclus cette prescription : « *Areva, en lien avec EDF et l'Andra, réalise une analyse comparée des impacts pour l'environnement d'une stratégie de retraitement des combustibles usés en comparaison de celle qui résulterait de l'absence de retraitement, en considérant l'ensemble du cycle de vie du combustible, depuis l'extraction de l'uranium, jusqu'au stockage des déchets induits. Areva remet les résultats de cette analyse au ministre chargé de l'énergie avant le 30 juin 2018* ». Il conviendrait d'en rappeler synthétiquement les conclusions dans cette étude d'impact.

D'autres options du dossier auraient dû faire l'objet de justification par comparaison avec des solutions alternatives :

³⁴ La réglementation fixe à 1 millisievert (mSv) par an la dose efficace maximale admissible résultant des activités humaines en dehors de la radioactivité naturelle et des doses reçues en médecine.

- la logistique est en partie routière en l'absence de desserte ferroviaire. Le raccordement de La Hague au réseau ferré aurait dû être étudié³⁵ ;
- l'utilisation des chaînes de traitement existantes (INB 116 et 117) présente des avantages environnementaux (absence de travaux et de consommation d'espace...) mais ces sites existants pourraient aussi être un handicap pour le choix de modifications ou de nouveaux procédés améliorant les performances environnementales du site.

Les performances environnementales des procédés actuels devraient pouvoir être comparées avec les standards internationaux. Ces comparaisons sont difficiles pour des sites de retraitement de combustible usé car les autres usines de retraitement dans le monde sont à l'arrêt prolongé ou ne fournissent pas d'information. Des comparaisons des performances avec d'autres industries pourraient cependant être présentées pour certains ateliers et les unités de recyclage ou de dépollution.

L'Ae recommande d'approfondir l'analyse des variantes au projet présenté sur le choix logistique, l'utilisation des chaînes de traitement existantes et les performances de certains ateliers et des unités de recyclage et dépollution.

2.3 Analyse des incidences du projet et mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences

Le profil exact du nouveau panel de combustibles usés traité par les installations présentera des variations selon les années. Le dossier fournit les teneurs moyennes en radionucléides de deux panels théoriques, avant et après le projet. Il montre qu'à tonnage égal, l'activité dans un panel théorique incluant une part de nouveaux combustibles est très proche de celle contenue dans un panel de combustibles déjà autorisés, avec des variations d'au plus quelques pourcents.

L'étude d'impact considère dès lors que le projet ne modifie pas les incidences des installations sur l'environnement et la santé humaine et ne prévoit aucune mesure nouvelle d'évitement ou de réduction des incidences ou de suivi.

2.3.1 Déchets

Le dossier se fonde sur une estimation des futurs panels annuels traités et indique que la quantité de produits de fission vitrifiés par tonne de combustible traité ne sera pas modifiée significativement.

Le projet modifiera peu la production annuelle de déchets de structure compactés de moyenne activité à vie longue (embouts, coques...) : les structures d'assemblage des nouveaux combustibles usés présentent en moyenne des masses et des volumes semblables à ceux des structures des combustibles déjà traités. En revanche, les nouveaux combustibles usés, en particulier ceux des réacteurs à eau lourde, pourront présenter une activité plus forte des coques. La composition des conteneurs de déchets de structure correspondants sera adaptée pour respecter l'ensemble des spécifications relatives à ces colis, en les complétant avec des déchets technologiques contenant peu de matière fissile.

Le projet entraînera la production d'un nouveau type de déchets de structure correspondant aux composants métalliques ne contenant pas de substance radioactive qui seront retirés en piscine.

³⁵ La ligne Paris–Cherbourg passe à 20 km de La Hague.

Certains de ces déchets entrent dans la catégorie des déchets de moyenne activité à vie longue et seront conditionnés avec les coques et embouts et destinés à un stockage en profondeur. Ceux entrant dans la catégorie des déchets de faible ou moyenne activité à vie courte seront conditionnés par blocage ou enrobage et destinés à un stockage en surface. Cette disposition est cohérente avec les orientations du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs qui préconise un stockage en surface ou en faible profondeur chaque fois qu'il est possible.

Par ailleurs, le projet n'aura pas d'incidences sur la production des autres types de déchets radioactifs, ni sur celle de déchets conventionnels.

2.3.2 Rejets gazeux et liquides

Le projet ne produira pas de nouvelle catégorie d'effluents gazeux ou liquides et ne modifiera pas le mode de gestion des effluents. Il est cependant susceptible de modifier à la marge la composition des rejets dans l'air et en mer, en fonction des modifications du panel de combustibles usés traités. Les facteurs de proportionnalité entre la quantité de radionucléides entrant dans les installations et les activités et espèces chimiques rejetées seraient inchangés selon le dossier. Ce raisonnement ne s'appuie cependant pas sur une description précise des relations entre les caractéristiques des combustibles usés entrants et les activités et substances chimiques rejetées dans l'air et en mer.

Le dossier en conclut que le projet n'aura pas d'incidences significatives sur la composition de ces rejets, tant pour les radionucléides que pour les espèces chimiques. Concernant ces dernières, le dossier devrait pourtant analyser au préalable les incidences des matériaux d'assemblage des nouveaux combustibles usés qui sont susceptibles de libérer des espèces chimiques dans le bain d'acide nitrique lors de l'étape de dissolution. De plus, le raisonnement sur un panel annuel ne rend pas compte des variations susceptibles d'intervenir dans les rejets à une échelle de temps plus petite. Enfin, les éventuelles variations du tonnage annuel traité ne sont pas analysées.

Le dossier souligne que le projet ne nécessite pas de relever les valeurs limites imposées aux rejets gazeux dans l'air et aux rejets liquides en mer, ni pour les paramètres radiologiques, ni pour les paramètres chimiques. Il ne prévoit pas de nouvelles mesures d'évitement ou de réduction des incidences du projet sur les rejets dans l'air et en mer. Le respect des valeurs limites de rejet ne dispense pas le maître d'ouvrage de rechercher de nouvelles mesures d'évitement ou de réduction des incidences du projet.

L'Ae recommande :

- ***d'évaluer les nouveaux rejets dans l'air et en mer en précisant les relations entre les caractéristiques des combustibles usés traités, y compris la composition des matériaux d'assemblage, et celles des rejets, à une échelle de temps adaptée ;***
- ***de proposer de nouvelles mesures d'évitement ou de réduction de ces rejets.***

Par ailleurs, le projet n'aura pas d'incidences sur les rejets gazeux ne provenant pas des installations nucléaires, ni sur les rejets liquides dans les ruisseaux.

2.3.3 Incidences sur la santé humaine et l'environnement

Le dossier évalue les incidences sur la santé humaine qui résulteraient de rejets gazeux et liquides atteignant les valeurs limites autorisées pour l'établissement. Les effets radiologiques correspondants sont inférieurs à 0,03 mSv/an pour tous les groupes de population, pour une limite

réglementaire fixée à 1 mSv/an. Les effets chimiques obtenus en additionnant les voies d'exposition par inhalation et par ingestion sont caractérisés par un quotient de danger toujours très inférieur à 1³⁶ (de l'ordre de 0,032 au maximum, pour le nickel) et par un excès de risque individuel toujours très inférieur à 10⁻⁵ (de l'ordre de 10⁻⁶ au maximum, pour l'arsenic).

De même, le dossier évalue les incidences sur l'environnement qui résulteraient de rejets gazeux et liquides atteignant les valeurs limites autorisées pour l'établissement. Les effets radiologiques correspondants sont caractérisés par un quotient de risque maximal toujours inférieur à 1 : de l'ordre de 0,002 en milieu terrestre pour les organismes de référence les plus affectés (oiseaux, mammifères et reptiles) et de l'ordre de 0,23 en milieu marin pour l'organisme de référence le plus affecté (polychètes). Les effets chimiques sont variables selon le compartiment étudié : le quotient de risque cumulé pour l'environnement associé aux rejets dans l'air est proche de 1 ; il est un peu inférieur à 1 pour les rejets en mer (zone des Huquets) ; il est en revanche problématique pour les rejets d'eaux usées (anse des Moulinets) et pour les rejets d'eaux pluviales (dans les ruisseaux).

Compte tenu de ces résultats, le projet n'entraînant pas de modification des valeurs limites de rejet autorisées pour l'établissement, il n'aura pas d'incidences significatives sur la santé humaine. De même, il sera sans effets radiologiques notables sur l'environnement. De plus, le projet n'ayant pas d'impact sur les rejets gazeux n'émanant pas des installations nucléaires, ni sur les rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales de l'établissement, il n'aggraverait pas leurs effets chimiques sur l'environnement. Il peut en revanche modifier à la marge la composition chimique des rejets de l'établissement en mer, alors que ceux-ci entraînent déjà un quotient de risque cumulé proche de 1.

2.3.4 Compatibilité du projet avec les engagements internationaux et les plans environnementaux

L'étude d'impact présente les différents plans environnementaux et engagements auxquels sont soumis le site Orano Cycle La Hague et le projet présenté. Les analyses sont anciennes, datant vraisemblablement de la date de production du dossier (2019) et portent parfois sur des documents aujourd'hui obsolètes.

Considérant l'absence de modification des rejets et de la production de déchets non radioactifs, ainsi que la non-modification des installations, l'étude d'impact juge le projet compatible avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) du bassin Seine-Normandie 2016-2021, en cours de réécriture à la suite de son annulation par le juge administratif, du schéma régional climat-air-énergie (SRCAE), du schéma régional de cohérence écologique (SRCE) et du plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD), tous trois aujourd'hui intégrés au schéma régional d'aménagement durable et d'équilibre des territoires (Sraddet) de Normandie.

Le retraitement des combustibles usés nationaux s'inscrit dans le plan national de gestion des matières et déchets radioactifs et le traitement actuel ou futur des combustibles usés étrangers n'en modifie pas les équilibres, tous les déchets et matières radioactives issus de ces combustibles étant repris par le pays client.

³⁶ Pour le quotient de danger ou le quotient de risque, 1 est le seuil en-deçà duquel le risque sanitaire est considéré comme acceptable. Pour l'excès de risque individuel, le seuil d'acceptabilité du risque cancérogène est 10⁻⁵.

Convention Oskar³⁷

La convention Oskar sur la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est s'intéresse à plusieurs types de pollution dont les substances nutritives (générant les algues vertes), dangereuses (chimiques) et radioactives. Elle fait référence à l'utilisation des « meilleures techniques disponibles » et des « meilleures pratiques environnementales » dans la mise en œuvre des programmes et mesures destinés à remplir les objectifs de la convention. Le 1° de l'article 2 et l'article 3 de la convention d'Oskar sont d'effet direct.

Elle comprend un comité stratégique appelé « radioactive substances committee » (RSC). Le RSC élabore des projets de programmes et mesures, recueille des données relatives aux rejets radioactifs, étudie les rapports des parties contractantes et apprécie la conformité des actions menées par les parties contractantes au regard de la convention.

Avec la déclaration de Sintra du 24 juillet 1998³⁸, les ministres de l'environnement des parties contractantes à la convention Oskar se sont engagés à « *un objectif de réductions progressives et substantielles des rejets, émissions et pertes de substances radioactives, le but étant en dernier ressort de parvenir à des teneurs proches des teneurs ambiantes dans le cas des substances présentes à l'état naturel et proches de zéro dans le cas de substances radioactives artificielles* », en tenant compte « *des utilisations légitimes de la mer, de la faisabilité technique, de l'impact radiologique sur l'homme et le milieu vivant, et de la volonté que les rejets, émissions et pertes de substances radioactives soient d'ici 2020 ramenés à des niveaux tels que, par rapport aux niveaux historiques, les concentrations additionnelles résultant des rejets soient proches de zéro* ».

Le dossier ne précise pas dans quelle mesure l'usine de La Hague et le projet s'inscrivent dans les obligations de la convention Oskar et les engagements politiques de la déclaration de Sintra, notamment en ce qui concerne les rejets de nitrates et de substances radioactives.

L'Ae recommande de préciser dans quelle mesure l'usine Orano Cycle La Hague et le projet de modification des combustibles usés traités s'inscrivent dans les obligations Oskar et les engagements de la déclaration de Sintra.

2.3.5 Effets cumulés

Le dossier présente les projets en cours dans le cadre de l'évolution de l'établissement :

- mise à l'arrêt définitif et démantèlement des INB 33, 38, 47 et 80 ;
- mise en place d'une nouvelle ligne de traitement et de conditionnement des boues dans l'INB 118 ;
- extension de la capacité d'entreposage des déchets vitrifiés dans l'INB 116 ;
- extension de la capacité d'entreposage des déchets compactés dans l'INB 116.

Parmi ces quatre projets, la mise en place d'une nouvelle ligne de traitement et conditionnement des boues dans l'INB 118 présentera des incidences significatives en termes de déchets, de rejets gazeux dans l'air et de rejets liquides en mer.

³⁷ La convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est ou convention Oskar (pour Oslo-Paris, les deux conventions qu'elle remplace) définit les modalités de la coopération internationale pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est. Elle est entrée en vigueur le 25 mars 1998. (Source : Wikipédia)

³⁸ Le Conseil d'État a considéré que la déclaration de Sintra n'avait pas de valeur contraignante (décisions n°306242, 306372, 306493)

Le dossier conclut à l'absence d'effets cumulés avec le projet de modification des INB 116 et 117 au motif que celui-ci ne modifiera pas significativement le fonctionnement et les rejets actuels de l'établissement.

Le dossier présente succinctement les projets connus en dehors de l'établissement. Leurs incidences ne sont pas susceptibles de se cumuler avec celles du projet de modifications des INB 116 et 117.

2.4 Suivi du projet, de ses incidences, des mesures et de leurs effets

Le suivi des incidences du projet repose sur les systèmes de surveillance de l'établissement existant pour ses déchets, ses rejets gazeux dans l'air et ses rejets liquides en mer et dans les ruisseaux, ainsi que pour ses incidences sur la santé humaine et l'environnement. Le dossier ne prévoit pas de mesures spécifiques de suivi du projet et de ses incidences. En l'absence de mesures d'évitement, de réduction ou de compensation de celles-ci, hormis pour la gestion des déchets, le suivi de ces mesures et de leurs effets est sans objet.

Les bilans des rejets de l'établissement dans l'air et en mer permettront de vérifier *a posteriori* les incidences du projet sur ces rejets. Le cas échéant, des mesures correctives seront à mettre en œuvre.

L'Ae recommande de prévoir une analyse a posteriori des incidences du projet sur les rejets de l'établissement dans l'air et en mer et d'anticiper les mesures correctives à mettre en œuvre le cas échéant.

2.5 Résumé non technique

Le résumé non technique est clair, concis, bien illustré et facile à appréhender.

3. Maîtrise des risques accidentels

Le dossier comprend les rapports préliminaires de sûreté (RPS) des deux INB 116 et 117 qui sont des documents conséquents (plus de 1 600 pages chacun). Ils présentent la démarche de sûreté et de maîtrise des risques. Ils ont été mis à jour pour prendre en compte les évolutions législatives et réglementaires, les décisions de l'ASN et des retours d'expérience. L'IRSN considère qu'à ce stade, « *les éléments présentés par Orano pour justifier l'absence d'incidence notable sur le procédé et la sûreté de la réception, de l'entreposage en piscine et du traitement des nouveaux combustibles inclus dans l'extension du domaine visé par les demandes sont acceptables* »³⁹.

Ces éléments du dossier sont difficiles d'accès car très techniques et détaillés. Il serait important que le public, les acteurs locaux comme le commissaire enquêteur puissent disposer en complément d'un document pédagogique de synthèse – « chapeau » – qui explique clairement les dangers et les risques que représente une telle usine et la méthode et les moyens mis en œuvre pour les maîtriser. Les deux résumés non techniques, d'une vingtaine de pages, sont trop peu précis pour répondre à cette nécessité.

Compte tenu des quantités de certaines substances dangereuses mises en œuvre sur le site Orano La Hague, l'établissement dépasse le seuil de l'article R. 511-11 du code de l'environnement. À ce titre, l'établissement doit répondre aux obligations de la directive Seveso, transposée dans le code

³⁹ Avis IRSN n°2020-00143.

de l'environnement. L'établissement réalise des déclarations Seveso tous les quatre ans et met à jour son étude de danger tous les cinq ans.

L'Ae recommande de compléter les rapports préliminaires de sûreté par une note synthétique « chapeau », didactique et suffisamment précise pour permettre à chacun d'appréhender aisément les enjeux et les moyens de maîtrise des risques sur l'ensemble du site de La Hague.

3.1 Objectifs de sûreté, fonctions de sûreté et potentiels de danger

3.1.1 Objectifs généraux de sûreté (OGS)

L'objectif général est de limiter l'exposition des travailleurs, des personnes du public et de l'environnement aux rayonnements ionisants et aux substances chimiques, voire à des effets thermiques ou mécaniques. Les dispositions techniques, organisationnelles et humaines retenues doivent permettre d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques, un niveau de risque « aussi faible que raisonnablement possible » dans des conditions économiquement acceptables, en tirant partie des meilleures techniques disponibles.

Conditions de fonctionnement	Pour le personnel	Pour le public et l'environnement
Situation normale ou dégradée (transitoire, maintenance)	Radiologique : Dose aussi basse que raisonnablement possible ; à la conception, le nombre d'opérateurs dont la dose intégrée en une année dépasse 5 mSv est nul ou quasi-nul. D'après les CGR (document référencé B.1.1/11), l'objectif de dose individuelle en exploitation est inférieure à 12 mSv sur 12 mois consécutifs.	Rejets radiologiques et chimiques : Les objectifs doivent être fixés, aussi bas que raisonnablement possible. Ils doivent rester inférieurs aux prescriptions de rejets pour les installations existantes. Exposition du public inférieure à 1 mSv.an ⁻¹ .
Situation incidentelle	Radiologique : Dose, par incident, aussi basse que raisonnablement possible et inférieure aux limites réglementaires annuelles.	Radiologique : Exposition, par incident, du groupe de référence inférieure à 1 mSv. Chimique Exposition, par incident, inférieure au Seuil des Effets Irréversibles (SEI).
Situation accidentelle de dimensionnement	Radiologique : Démarche de limitation des doses de la majeure partie des travailleurs selon les valeurs spécifiées par le code du travail.	Radiologique : Exposition, par accident, du groupe de référence, inférieure à 10 mSv.
	Chimique : VLCT.	Chimique : Exposition, par accident du groupe de référence, inférieure au Seuil des Effets Létaux (SEL).
Situation accidentelle complémentaire ou hors dimensionnement	Radiologique : Démarche de limitation des doses de la majeure partie des travailleurs selon les valeurs spécifiées par le code du travail (< 20 mSv par accident et pour l'évacuation du bâtiment). Dans le cas d'accident nécessitant la mise à l'état sûr de l'installation, une dose de 100 mSv par accident est envisageable, conformément aux CGR (document référencé B.1.1/11).	Radiologique : Non atteinte d'un effet fatale.

Tableau B.1.2/1 : Objectifs Généraux de Sûreté

Tableau 9 : Objectifs généraux de sûreté (source : dossier)

L'approche de « défense en profondeur » se décline en quatre niveaux :

- un premier niveau dit de « prévention par la qualité » dont le but est de doter l'installation d'une bonne résistance vis-à-vis de ses propres défaillances et d'agressions externes définies *a priori*, grâce à sa conception et sa construction ;
- un deuxième niveau dit de « surveillance » dont le but est d'empêcher l'installation de sortir de son domaine de fonctionnement normal. Le système doit être en capacité d'arrêter une évolution anormale du procédé avant qu'il ne passe au-delà des conditions dites nominales grâce à un système de régulation des paramètres « procédé » (température, pression...) et de surveillance permettant de vérifier l'efficacité des barrières ;
- un troisième niveau dit de « sauvegarde » dont le but est la mise en place de moyens différents des deux premiers niveaux, pour limiter les conséquences d'accidents prédéfinis (approche déterministe), en cas de défaillance des niveaux de défense précédents. Sont définis une série d'accidents enveloppe et des systèmes spécifiques permettant de les gérer ;
- un quatrième niveau dit de « gestion des accidents graves » dont le but est l'analyse de situations de « contournement » des trois premiers niveaux. Sont définis de manière déterministe des accidents internes résultant de la défaillance des lignes de défense, des agressions externes de niveau très supérieur au niveau pris en compte à la conception engendrant des situations graves pour lesquelles sont étudiées des mesures de sûreté particulières – les mesures de remédiation – permettant de prévenir tout effet falaise⁴⁰. Ce quatrième niveau de défense comprend le plan d'urgence interne (PUI), conçu et mis en œuvre par Orano Cycle, qui a pour but de limiter les conséquences de l'accident et d'assurer la protection des travailleurs, et le plan particulier d'intervention (PPI) qui est déclenché par le préfet si l'accident est susceptible d'avoir des conséquences à l'extérieur de l'établissement.

3.1.2 Fonctions de sûreté

Certaines fonctions à assurer, dites « fonctions de sûreté », permettent de prévenir et de limiter les conséquences d'un accident ou d'un incident. Elles sont classées en fonctions de sûreté nucléaire et en fonctions de sûreté non nucléaire de maîtrise de la mise en œuvre des substances dangereuses.

L'analyse des risques vise à démontrer que les fonctions de sûreté nucléaire suivantes sont assurées dans l'installation : le confinement des substances radioactives ; la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants ; la maîtrise des réactions nucléaires en chaîne (prévention du risque de criticité) ; l'évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires.

Les fonctions de sûreté non nucléaire sont des fonctions visant la protection du personnel, du public et de l'environnement vis-à-vis des risques non radiologiques : le confinement des substances dangereuses non radioactives et la maîtrise des impacts et des nuisances.

3.1.3 Potentiels de danger et d'agression des fonctions de sûreté

Le dossier présente les potentiels de danger, les fonctions de sûreté et leurs possibilités d'agression interne (incendie, explosion, corrosion, collisions...) et externe (chute d'aéronef, séisme, intempéries, pertes d'utilités...). Il inventorie aussi les dangers et risques présentés.

⁴⁰ L'effet falaise se définit comme une « altération brutale du comportement d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées ». Les effets falaise sont présentés, retenus ou écartés dans le cadre des études complémentaires de sécurité (ECS).

Les RPS dressent l'inventaire des substances dangereuses pouvant être présentes sur l'usine. Cet inventaire qui comprend plus de 50 substances dangereuses (toxiques, inflammables, explosives...) est utile pour l'évaluation des risques. Il l'aurait été également dans l'étude d'impact pour déterminer les composants à analyser dans les rejets et pour l'évaluation des risques sanitaires. Le dossier précise seulement les volumes ou masses de certaines substances dangereuses présentes dans l'usine, pour les stockages et les consommations. Les masses ou volumes maximaux présents sur le site constituent cependant une information intéressante pour l'évaluation des potentiels de danger.

L'Ae recommande de compléter l'inventaire des substances dangereuses en indiquant les masses ou volumes maximaux pouvant être présents sur le site.

3.2 Maîtrise des risques

3.2.1 Méthode d'analyse

Approche déterministe

La démonstration de sûreté nucléaire est réalisée selon une démarche déterministe. L'approche déterministe de sûreté étudie l'évolution des paramètres clés des procédés sur la base d'une liste finie de situations, permanentes ou transitoires, tout en identifiant et intégrant les mesures permettant de respecter les objectifs de sûreté.

Les méthodes d'étude sont éprouvées et revues régulièrement. Les démonstrations de sûreté qui constituent la base du référentiel de sûreté en vigueur dans les ateliers ont été réalisées avec elles. Elles s'appuient sur les référentiels technologiques et méthodologiques d'Orano, ainsi que sur certains guides de l'ASN. Elles intègrent le retour d'expérience de conception et de modification de l'ensemble des ateliers des INB en exploitation sur l'établissement de La Hague.

Les démonstrations de sûreté évaluent l'impact de l'ensemble des agressions potentielles sur les dispositions de maîtrise des fonctions de sûreté. De façon générale, les démonstrations de sûreté prennent en compte des hypothèses conservatives et des marges de dimensionnement sont retenues pour les calculs de sûreté.

Approche probabiliste

Les RPS positionnent l'approche probabiliste de sûreté en simple complément de l'approche déterministe, pour écarter les accidents pour lesquels l'approche déterministe ne permet pas de définir de dispositions raisonnables, pour lesquels les conséquences auraient un impact élevé (perte totale de refroidissement ou d'alimentation électrique...) ou pour lesquels plusieurs installations pourraient être affectées.

Un site aussi complexe que La Hague, avec de nombreux ateliers, des potentiels de danger et d'agression multiples et aux limites entre activités industrielles classiques et nucléaires justifierait pourtant d'une prise en compte plus importante de l'approche probabiliste. En effet, cette approche est pertinente pour des analyses de risques intégrant un modèle physique (mécanique, thermique, climatique...) dans lequel certains paramètres présentent un caractère aléatoire. Un tel modèle est ainsi retenu pour des études probabilistes :

- d'aléa, pour un type d'aléa donné (séisme, crue, chute d'avion...) ;

- de défaillances de composant pour un équipement ou une structure ;
- de situations, pour approcher leur caractère probable ou non comme dans le cadre des études de cumul d'agressions ou d'effets dominos.

Dans le cas de l'usine Orano Cycle La Hague, une matrice de criticité établie sur la base d'une approche probabiliste permettrait en particulier d'appréhender et de quantifier les risques de forte probabilité et faible gravité à impact essentiellement environnemental ou les effets dominos au sein de l'usine, peu ou pas traités dans le dossier. Elle éviterait une certaine focalisation des RPS sur les accidents de gravité élevée à moyenne et surtout sur les accidents radiologiques.

Les RPS n'évoquent ainsi que très rapidement les situations en fonctionnement dégradé qui ne sont pas non plus traitées dans l'étude d'impact. Le dossier considère que « *des dispositions constructives (...) et organisationnelles (...) permettent de pallier une indisponibilité consécutive à un dysfonctionnement d'origine matériel ou d'origine externe (...), et ainsi de maintenir les INB de l'établissement dans un état de sûreté satisfaisant et qu'il n'y a donc pas d'impact de l'établissement en fonctionnement dégradé sur les sites, les paysages, les milieux naturels et la commodité du voisinage par rapport au fonctionnement normal* ». Cependant et à titre d'exemple, les mauvaises performances de la station d'épuration dénitrifiante en matière d'épuration des nitrates semblent témoigner du contraire. Dans ce cas, il est vraisemblable d'ailleurs que les critères définis dans le dossier pour témoigner d'un fonctionnement normal de l'installation (2^{ème} niveau de la stratégie de défense en profondeur) ne sont pas les bons, qu'il s'agisse des normes d'autorisation de rejet ou des propres normes que s'est fixées Orano.

L'Ae recommande de compléter la démarche déterministe de maîtrise des risques par une approche probabiliste, en particulier pour l'analyse des risques d'accident de faible gravité ou des effets dominos.

3.2.2 Accidentologie et travaux de recherche d'amélioration de la sécurité

L'accidentologie est très complète, reprenant le retour d'expérience de plus de 60 situations incidentelles et accidentelles sur le site et un panel de cinq retours d'expérience d'accidents internationaux. Cette analyse est accompagnée des suites données sur le site en vue de l'amélioration de sa sûreté. Une présentation exhaustive des travaux de recherche passés et actuels en matière de sécurité complète l'analyse de l'accidentologie dans une logique d'amélioration continue de la sûreté du site.

3.2.3 Récapitulatif

Les RPS présentent les principes de maîtrise des risques à l'échelle du site et les analyses à l'échelle des ateliers. L'ensemble de ces dispositions appliquées au fonctionnement actuel ont été validées précédemment par l'ASN et son expert l'IRSN.

De façon générale, les RPS n'évoquent que très peu les effets « secondaires » des scénarios d'accident, essentiellement leurs impacts environnementaux, au-delà des effets majeurs sur l'intégrité et la santé des travailleurs et des populations. Ainsi et à titre d'exemple, ne sont pas évoquées les conséquences d'un incendie sur l'environnement et les moyens de les limiter ou de les estimer : les dispositifs techniques de contention des eaux ou autres produits d'extinction d'incendie (poudres, émulseurs, FM-200⁴¹, halon) ne sont pas indiqués, comme les effets possibles

⁴¹ Heptafluoropropane.

à long terme et/ou à longue distance des fumées sur l'environnement et la santé des populations. Il en est de même des impacts environnementaux d'autres accidents (explosions, effets dominos).

L'Ae recommande de compléter les RPS par une analyse des effets environnementaux lorsqu'ils accompagnent des accidents où l'enjeu majeur n'est pas l'environnement, mais la sécurité et la santé des travailleurs.

Risque ou danger	Principes de maîtrise
Diffusion des substances radioactives	Principe d'un double confinement statique et dynamique Confinement statique 1^{ère} barrière statique : appareils du procédé ou enveloppe de conditionnement au contact direct avec les substances radioactives 2^{ème} barrière : parois des cellules ou des enceintes Confinement dynamique Ventilation associée à la 1^{ère} barrière statique pour mise en dépression de l'appareil du procédé et cellules les contenant Ventilation associée à la 2^{ème} barrière pour assurer une dépression entre premier et deuxième système de confinement Surveillance du bon fonctionnement du système
Réaction nucléaire en chaîne (risque de criticité)	Définition d'un milieu fissile de référence : milieu fissile « enveloppe » en termes de réactivité de ceux susceptibles d'être présents dans l'installation, qui permet de majorer les paramètres de criticité, défini par sa forme physico-chimique, sa composition isotopique, sa nature et le type de modérateur de modes de contrôle de la criticité : limites imposées à la masse et aux concentrations de matières fissiles, aux dimensions géométriques, aux quantités ou teneurs en matières modératrices, en poisons neutroniques d'un dimensionnement permettant un niveau de marge suffisant sous la valeur critique, fonction de la configuration (normale ou anormale) Contrôle du milieu fissile
Radiolyse (production de gaz, dont certains inflammables et explosifs)	Pastilles de respiration pour évacuation de l'hydrogène sur conteneurs de déchets compactés Maintien du taux d'hydrogène sous 2 % dans les ateliers concernés
Puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires	Choix d'équipements permettant à l'exploitant d'intervenir en cas de dépassement de la température Redondance, fiabilité et maintenabilité des systèmes de refroidissement Dispositifs de transfert et de recueil des substances radioactives
Pertes en utilité (dont énergie)	Redondances : 3 lignes électriques de desserte, cinq chaudières distinctes pour l'alimentation en vapeur, alimentation en air comprimé par plusieurs centrales indépendantes... Moyens de secours propres : groupes électrogènes doublés, réservoirs d'eau potable et stockage d'eau de process
Incendie	Réglementation : définit la réalisation de la démonstration de maîtrise des risques d'incendie Prévention, détection et extinction des départs de feu Limitation de l'aggravation et de la propagation d'un incendie qui n'aurait pu être maîtrisé Gestion des situations d'accident résultant d'un incendie n'ayant pu être maîtrisé de façon à limiter les conséquences pour les personnes et l'environnement (PUI), avec mobilisation d'une force d'intervention nationale d'Orano qui permet la mobilisation de l'expertise nécessaire

Tableau 10 : Principaux risques et principes de leur maîtrise (source : rapporteurs d'après dossier)

3.3 Évolution de la maîtrise des risques avec le traitement des nouveaux combustibles usés

3.3.1 La maîtrise du risque de criticité

Le risque de criticité correspond au risque de développement incontrôlé d'une réaction de fission en chaîne, c'est-à-dire dans laquelle les neutrons issus de la fission d'un noyau fissile provoquent la fission d'au moins un autre noyau fissile. Un accident de criticité entraîne une émission intense de rayonnements et a pour conséquence une irradiation des personnes présentes à proximité de

l'événement. En revanche, les conséquences matérielles des accidents de criticité sur les bâtiments et l'environnement sont généralement limitées.

Le dossier présente une comparaison des caractéristiques des nouveaux combustibles usés à traiter avec celles des combustibles traités aujourd'hui. Les données fournies ne précisent cependant pas les teneurs en matières fissiles (principalement uranium ^{235}U et plutonium ^{239}Pu et ^{241}Pu) des combustibles au moment de leur arrivée sur le site de La Hague (c'est-à-dire après irradiation en réacteur nucléaire).

Le dossier expose les mesures de maîtrise du risque de criticité déjà en place, ainsi que les adaptations prévues vis-à-vis de ce risque pour le traitement des nouveaux combustibles usés.

Les modes de contrôle de la criticité, au nombre de cinq, sont utilisés seuls ou combinés :

- contrôle de la densité de matière fissile en phase solide ou de la concentration en phase liquide, afin de limiter la probabilité qu'un neutron libéré par une réaction de fission rencontre un noyau fissile ;
- contrôle de la géométrie des appareils, afin de favoriser la fuite de neutrons vers l'extérieur ;
- contrôle de la présence d'hydrogène, afin de limiter le ralentissement des neutrons (modération), les neutrons « lents » étant davantage capables d'entraîner la fission d'un noyau fissile ;
- empoisonnement du milieu fissile par un absorbeur de neutrons (poison neutronique)⁴² ;
- dans les ateliers de traitement des effluents, c'est-à-dire pour des milieux très dilués contenant de grandes quantités d'hydrogène, contrôle de la dilution, afin d'assurer une absorption suffisante des neutrons par l'hydrogène (le phénomène d'absorption devenant alors prépondérant par rapport au phénomène de modération par l'hydrogène).

Les mesures prévues pour maîtriser le risque de criticité pour les nouveaux combustibles usés sont les suivantes :

- réception, déchargement et entreposage en piscine : une étude menée par Orano Cycle conclut que les dispositions existantes assurent la maîtrise du risque de criticité, pour les conditions normales et accidentelles habituellement prises en compte, pour des combustibles UOX et MOX issus de réacteurs à eau lourde, et pour des combustibles UOX d'enrichissement initial en uranium 235 supérieure à 5 % issus de réacteurs à eau légère. L'IRSN relève cependant que l'étude ne couvre pas la totalité du nouveau domaine de traitement visé pour les combustibles issus de réacteurs à eau lourde et demande à Orano Cycle de présenter les calculs correspondants lors des demandes d'autorisation de traitement de ces nouveaux combustibles ;
- cisailage : l'IRSN relève que la goulotte de transfert des tronçons de combustibles entre la cisaille et les godets du dissolvant ne sera plus de géométrie sûre pour certains nouveaux combustibles à forte teneur initiale en uranium 235. Si le faible pas de coupe nécessaire pour les nouveaux combustibles impliquera *a priori* que la masse de matières fissiles transitant par la goulotte à chaque coupe restera faible, la goulotte permettrait toutefois, si elle s'engorgeait, d'atteindre la masse maximale admissible pour certains combustibles traités. L'IRSN demande à Orano Cycle de justifier que la technique de surveillance de l'engorgement de la goulotte

⁴² Un poison neutronique, également appelé « absorbeur de neutrons », est une substance ayant une grande section d'absorption de neutrons. Dans les réacteurs nucléaires, l'absorption des neutrons a notamment un effet d'empoisonnement du réacteur et de limitation de la réaction. Les matériaux absorbant les neutrons sont introduits dans certains types de réacteur afin de réduire la forte réactivité du combustible frais. De tels éléments peuvent être employés comme constituants dans les barres de contrôle des réacteurs, ou comme poison consommable, pour en contrôler la réactivité. Ils peuvent également être employés comme barrière de radioprotection. (Source : Wikipédia)

permet bien de détecter un engorgement avant l'atteinte de la masse maximale admissible du combustible traité.

Par ailleurs, le petit pas de coupe des nouveaux combustibles pourrait conduire à un taux d'empoussièrément élevé de la goulotte, de sorte que les masses de poudre récupérées lors des opérations de nettoyage pourront être de l'ordre de la masse maximale admissible pour le combustible UOX à 10 % d'uranium 235. Orano Cycle prévoit en conséquence d'adapter la fréquence de nettoyage de l'ensemble cisaille/goulotte en se fondant sur une démarche apprenante lors du démarrage des opérations de cisailage de ces combustibles ;

- dissolution : l'IRSN relève que la concentration nominale en uranium de la solution de dissolution pour le fonctionnement normal des ateliers est supérieure à la concentration maximale admissible pour certains nouveaux combustibles et que l'utilisation d'un poison neutronique dans la solution de dissolution garantit la sous-criticité dans le dissolvant mais pas nécessairement dans la suite du procédé. Orano Cycle prévoit de limiter la concentration en uranium d'une part en diminuant fortement la cadence pour le traitement de combustibles d'enrichissement initial en uranium 235 supérieur à 5 % et d'autre part en ajustant les solutions de dissolution pour respecter le domaine de fonctionnement en aval de la dissolution. La technique d'ajustement des solutions a déjà été mise en œuvre sans difficulté précédemment pour traiter des combustibles MOX.

3.3.2 Analyse des autres risques

Le dossier présente une analyse systématique des risques associés au fonctionnement des INB 116 et 117 pour les adaptations prévues dans le projet de modifications de ces INB. Il indique que les dispositions de maîtrise des risques déjà en place dans les ateliers sont adaptées aux caractéristiques des nouveaux combustibles usés et continueront à être appliquées. Les points de vigilance spécifiques aux nouveaux combustibles usés, en dehors des aspects relatifs à la maîtrise du risque de criticité, sont les suivants :

- transport, réception, déchargement et entreposage en piscine : en sortie de réacteur nucléaire et avant leur transfert vers le site de La Hague, les combustibles usés sont refroidis pendant une durée adaptée à leurs caractéristiques après irradiation, de manière à ce que la puissance thermique qu'ils dégagent encore au terme de cette période de refroidissement soit compatible avec leur transport jusqu'au site de La Hague et avec le système de refroidissement des piscines du site de La Hague. Par exemple, les nouveaux combustibles de type UOX contenant 10 % d'uranium 235 avant irradiation sont refroidis pendant 6 ans avant leur transfert, quand cette durée n'est que de 3 ans pour les combustibles de type UOX contenant 3,5 % d'uranium 235 avant irradiation ;
- préparation en piscine : les nouvelles opérations de manutention pour l'étape de préparation en piscine effectuée sur certains nouveaux assemblages seront réalisées au moyen de ponts roulants, de la même manière que la manutention des paniers contenant les assemblages. Pour éviter toute défaillance, les équipements de manutention sont adaptés aux charges transportées, régulièrement vérifiés et pilotés par du personnel qualifié. Des précautions opérationnelles sont mises en place pour limiter les conséquences d'une éventuelle chute de charge, comme la limitation de la hauteur de transport, l'utilisation d'emballages renforcés, l'analyse des zones de survol, le balisage (trajectoires, zones de dépose, etc.).

Les éléments amovibles retirés lors de cette étape de préparation sont des composants métalliques ne contenant pas de substance radioactive et leur retrait n'est pas susceptible d'entraîner des substances radioactives ;

- nouveau flux de déchets de structure : les éléments amovibles retirés en piscine constituent un nouveau flux de déchets de structure à transporter vers l'atelier de conditionnement correspondant. Le transport des marchandises dangereuses entre les ateliers est assuré par des convois adaptés à la nature des marchandises ou colis transportés et pilotés par du personnel qualifié. Certaines voies de circulation internes à l'établissement sont réservées à ces convois.

Le dossier présente également une analyse des situations accidentelles pour les INB 116 et 117 en se fondant sur des scénarios dits « majorants » pour les différents ateliers. Pour analyser ces scénarios, les différents types de combustibles susceptibles d'être présents dans les installations sont examinés (UOX, MOX, RTR⁴³, etc.). Les scénarios pénalisants sont choisis à partir des résultats d'impacts dosimétriques obtenus pour les combustibles autorisés opérationnellement et pris en compte dans les rapports de sûreté. Les études de maîtrise des risques fournies ne mentionnent cependant pas comment les nouveaux combustibles usés sont pris en compte dans la définition des scénarios majorants.

L'Ae recommande de justifier que l'analyse des situations accidentelles pour les INB 116 et 117 prend correctement en compte les nouveaux combustibles usés.

⁴³ Réacteurs de test et de recherche.