



LIVRE BLANC 10 de l'ANCCLI

**TRAITEMENT DU COMBUSTIBLE
NUCLÉAIRE EN FRANCE :**
ÉQUILIBRE, TENSIONS, IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Décembre 2023

anccli
LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE PARLONS EN !

PRÉAMBULE

Les choix en matière de gestion du combustible nucléaire ont des impacts significatifs en matière de coûts, mais également sur les besoins d'entreposage de combustible usé et de stockage des déchets, car la nature et la capacité des entreposages et stockages nécessaires en dépendent fortement. Les évolutions structurelles récentes de la politique nucléaire française (par exemple abandon, à court terme, du développement de réacteurs à neutrons rapides), les difficultés rencontrées par l'usine Melox (baisse de production des assemblages MOx) ou encore les difficultés de retraitement des combustibles usés de La Hague (corrosion plus rapide que prévue des évaporateurs-concentrateurs) réinterrogent ainsi la stabilité d'un système interdépendant de nombreux facteurs même si Orano Recyclage La Hague prévoit toutefois la mise en service de nouveaux ateliers entre 2023 et 2024. De plus, comme l'explique l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), la France doit décider, d'ici 2030, si elle poursuit ou non le traitement des combustibles usés, après 2040, et mettre en place les investissements correspondants sur les installations de retraitement ou sur le stockage de déchets radioactifs¹.

Pour leur rôle prépondérant dans l'industrie nucléaire, les décisions et les projets concernant les différentes installations participant à la gestion du combustible doivent être anticipés.

Pour toutes ces raisons, l'ANCCLI a souhaité élaborer ce Livre Blanc sur la gestion du combustible nucléaire. Pour ce faire, elle a mobilisé un groupe de travail composé d'environ 25 membres de CLI et de l'ANCCLI à travers trois ateliers participatifs organisés entre septembre et décembre 2021.

Ce Livre Blanc a vocation à :

- » Faire un premier état des lieux sur la question du parcours du combustible ;
- » Sensibiliser et former les CLI aux différentes questions que posent ce sujet ;
- » Faire connaître la diversité des points de vue qui s'expriment au sein des CLI ;
- » Être force de propositions auprès des institutions et exploitants.

Bonne lecture

Jean-Claude DELALONDE

Président de l'ANCCLI

1. Déclarations en ce sens du Président de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 janvier 2022

SOMMAIRE

ÉLÉMENTS INTRODUCTIFS ET CONTEXTUELS 9

- › INTRODUCTION
- › UN ENSEMBLE COMPLEXE D'INSTALLATIONS INTERDÉPENDANTES
- › DES FLUX AU-DELÀ DES FRONTIÈRES FRANÇAISES

GESTION DU COMBUSTIBLE : UN ÉQUILIBRE FRAGILE 17

- › HISTORIQUE DU RETRAITEMENT DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE USÉ EN FRANCE
- › LE MOX : UN ÉQUILIBRE MIS À MAL PAR LES DIFFICULTÉS DE L'USINE MELOX
- › L'ENTREPOSAGE : ÇA SATURE !
- › QUELS CHOIX POUR GARDER L'ÉQUILIBRE ?

LE SUIVI DES REJETS DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DU COMBUSTIBLE 25

- › VERS UNE VISION CONSOLIDÉE DES CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES DES DÉCISIONS CONCERNANT LA GESTION DU COMBUSTIBLE
- › LE CAS PARTICULIER DES REJETS DU SITE D'ORANO LA HAÛE
- › L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL HORS DU TERRITOIRE FRANÇAIS

SE SAISIR DES QUESTIONS LIÉES À LA GESTION DU COMBUSTIBLE 31

- › DÉCHETS RADIOACTIFS OU MATIÈRES VALORISABLES ? QUEL STATUT POUR LES MATIÈRES ISSUES DE LA GESTION DU COMBUSTIBLE USÉ ?
- › LES CLI ET L'ANCCLI SOUHAITENT CONTRIBUER À LA TRANSPARENCE ET À LA COMPRÉHENSION DE LA POLITIQUE DE GESTION DU COMBUSTIBLE
- › LES CLI ET L'ANCCLI S'ORGANISENT POUR ABORDER EFFICACEMENT LES QUESTIONS LIÉES À LA GESTION DU COMBUSTIBLE

EXPRESSIONS PERSONNELLES 37

GLOSSAIRE

Les définitions ci-dessous proviennent principalement des sites Internet de l'ASN, de l'IRSN et du CEA.

AIEA

Agence Internationale de l'Energie Atomique

ANCCLI

Association nationale des comités et commissions locales d'information

ANDRA

Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

ASN

Autorité de sûreté nucléaire

CLI

Commission locale information

EPR

European power reactor (ou réacteur pressurisé européen)

HCTISN

Le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

INB

Installation nucléaire de base

INFCIRC

Circulaire d'information de l'AIEA (INFormation CIRCular)

IRSN

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

MOx

« Mélange d'oxydes » (combustible nucléaire composé d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium)

MWe

Mégawatt électrique

NCPF

Nouvelle Concentration des Produits de Fission

PNGMDR

Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

PuAl

Alliage de plutonium et d'aluminium

REP

Réacteur à eau pressurisée

RNR

Réacteur à neutrons rapides

UAl

Alliage d'uranium et d'aluminium

UNE

Uranium naturel enrichi

UNGG

Uranium naturel graphite gaz

URE

Uranium de retraitement enrichi

URT

Uranium de retraitement

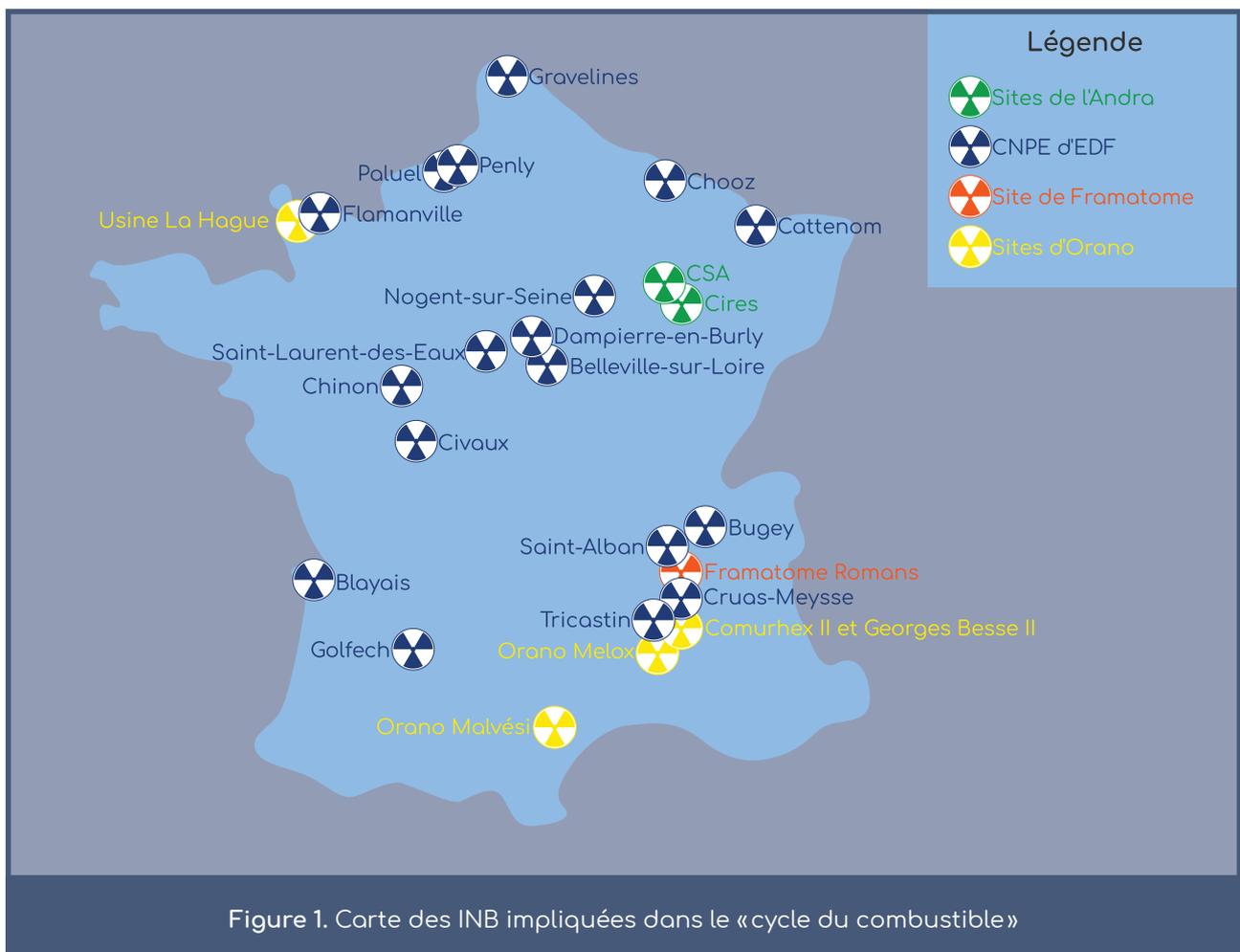
**ÉLÉMENTS
INTRODUCTIFS ET
CONTEXTUELS**

INTRODUCTION

Ce qui est appelé communément « cycle du combustible » désigne l'ensemble des opérations participant :

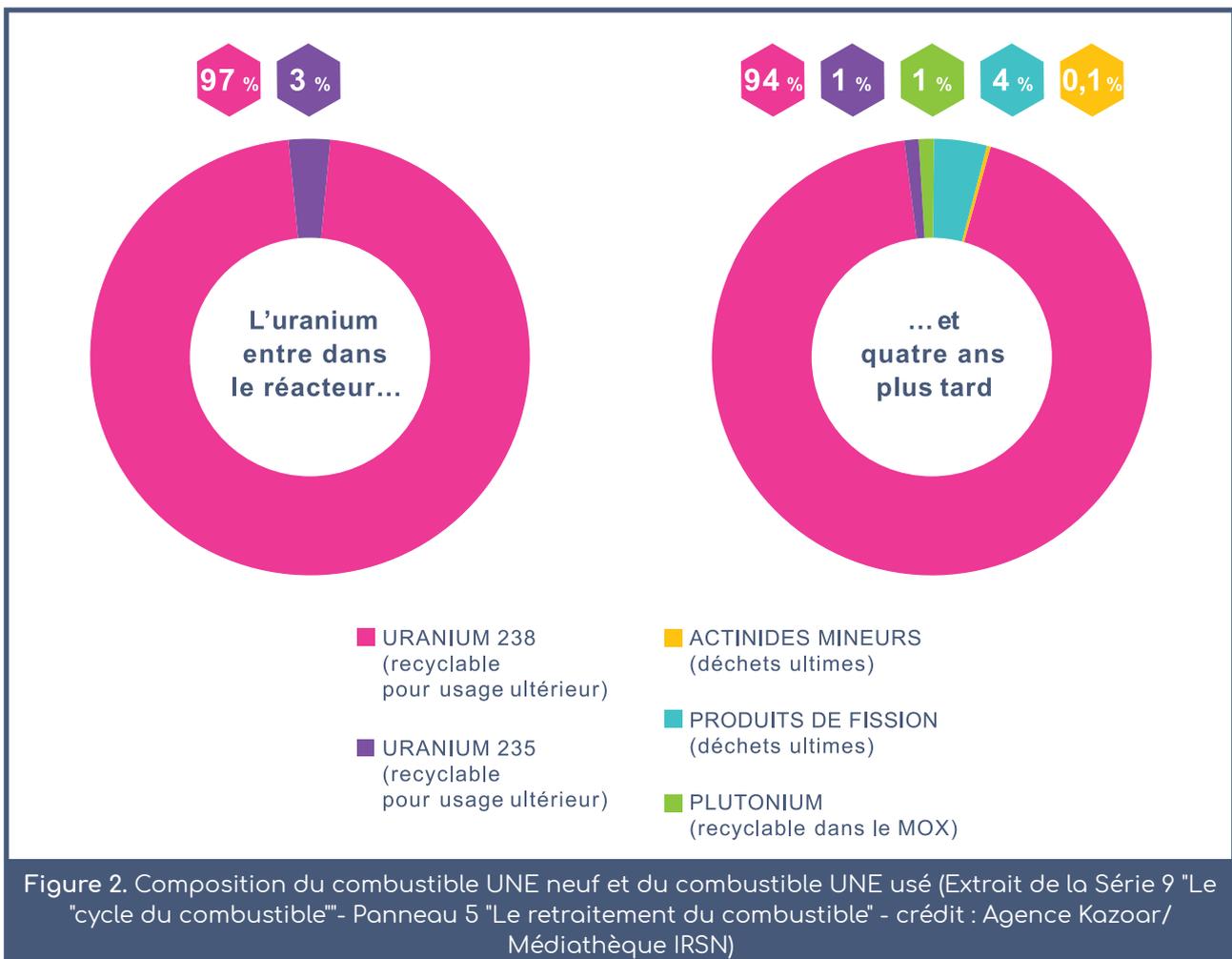
- » à la production de combustibles neufs,
- » à leur utilisation en réacteurs,
- » au traitement physico-chimique de combustibles usés (appelé « retraitement »),
- » à leur entreposage en attente de définition de leur devenir,
- » à la valorisation des produits issus du retraitement,
- » et à la gestion des déchets.

Il débute par l'extraction du minerai d'uranium, son traitement physico-chimique et son enrichissement, passe par la fabrication des combustibles, leur utilisation en réacteur, leur éventuel retraitement et s'achève avec le stockage des divers déchets radioactifs provenant des réacteurs ou des autres installations intervenant dans la gestion du combustible usé. La plupart des étapes de fabrication et de traitement des combustibles se déroulent en France (Figure 1 et 3).



Ces diverses étapes constituent une chaîne qui pourrait se fragiliser si certains maillons venaient à s'affaiblir et menacer l'approvisionnement électrique du pays. **Elles constituent donc un point d'attention particulier de tous les acteurs du nucléaire et de la société civile qui s'inquiètent du fragile équilibre entre ces étapes et des facteurs pouvant sensiblement le perturber.**

Le combustible le plus utilisé dans les réacteurs nucléaires français est un combustible à base d'uranium naturel enrichi (UNE) – 3% d'uranium 235 fissile et 97 % d'uranium 238 non fissile. Après une utilisation en réacteur, pendant en moyenne 4 ans, le combustible utilisé est un mélange d'uranium 238 (94 %), d'uranium 235 (1 %, soit un taux proche de celui contenu dans l'uranium naturel), de plutonium (1 %), d'actinides mineurs (0,1 %) et de produits de fission (4 %). (Figure 2)



Le combustible utilisé contient donc, en faible proportion, des substances aujourd'hui non réutilisables dans un réacteur (les actinides mineurs et les produits de fission), que l'on qualifie de déchets, mélangées à des substances potentiellement réutilisables (uranium et plutonium).

Le traitement du combustible utilisé à des fins civiles a démarré en 1966 à La Hague, notamment en vue de l'utilisation de l'uranium issu du retraitement comme combustible dans des réacteurs à neutrons rapides alors en projet. Le plutonium était extrait d'abord à des fins militaires. Ce traitement permet notamment de récupérer l'uranium et le plutonium qu'il contient en le séparant des déchets ultimes. L'uranium de retraitement (URT) peut ensuite être ré-enrichi pour produire de l'uranium de retraitement enrichi (URE) utilisable comme combustible (cette utilisation a été arrêtée depuis 2013 et devrait reprendre en 2023). Il est, aujourd'hui, en partie recyclé sous forme de MOx (mélange d'oxydes de plutonium et d'uranium), utilisé comme combustible dans certains réacteurs (actuellement 22 réacteurs de 900 MWe du palier CPY) depuis 1987. Le combustible MOx utilisé n'est, à ce jour, pas recyclé - il est entreposé dans l'attente de son stockage définitif.

Le fonctionnement du système actuel de gestion du combustible dépend en premier lieu de la capacité d'entreposage du combustible avant traitement mais aussi de la capacité de production de MOx (en termes de qualité et de quantité) et de sa consommation.

Cette gestion est également dépendante des arrêts ou des baisses de charge de réacteurs pour raisons de sûreté, d'équilibre du réseau ou pour raisons climatiques. Il est donc dépendant non seulement des choix structurels de long terme mais aussi de divers facteurs conjoncturels (notamment le retard de la construction de la piscine d'entreposage centralisé des combustibles usés et les difficultés de fonctionnement des usines d'Orano Recyclage). Enfin, les installations de production et de retraitement des différents types de combustible nucléaire sont, comme toutes les installations nucléaires (et industrielles), émettrices de rejets dans l'environnement, à la transparence et à la maîtrise desquelles les CLI et l'ANCCLI sont attachées.

Ce Livre Blanc s'attache plus particulièrement aux questions du mono-recyclage du combustible sous forme de MOx et ses conséquences. Il aborde la question particulière des rejets des installations nucléaires (hors réacteurs) impliquées dans la gestion du combustible nucléaire en France.

Enfin, ce Livre Blanc détaille les raisons pour lesquelles l'ANCCLI entend contribuer à la transparence et à l'information en matière de gestion du combustible nucléaire, conformément à ses missions.

UN ENSEMBLE COMPLEXE D'INSTALLATIONS INTERDÉPENDANTES

Après refroidissement en piscine sur site, trois options existent aujourd'hui dans le monde pour la gestion du combustible usé à l'aval des réacteurs :

- » l'absence de tout recyclage, retenue par la grande majorité des pays exploitant des centrales nucléaires (entreposage du combustible usé en sortie de réacteur, en tant que déchets, en attendant une solution de stockage définitif qui reste à développer dans la quasi-totalité de ces pays),
- » le « mono-recyclage », qui constitue la politique française actuelle et consiste à faire un seul recyclage (production de Mox et d'URE mais pas de recyclage de ces combustibles usés),
- » le « multi-recyclage », en réacteurs à eau légère ou en réacteurs à neutrons rapides.

Par ailleurs, le traitement du MOx usé pour en extraire le plutonium est envisagé par les exploitants. Ce traitement du MOx est toutefois plus

complexe à opérer que le traitement du combustible UNE et nécessiterait des modifications techniques.

Le schéma simplifié, ci-après, résume les principales étapes de la gestion actuelle du combustible nucléaire (Figure 3).

A noter :

1. L'uranium appauvri servant à la fabrication de notre Mox, n'est pour l'instant pas français, il provient d'Allemagne (Framatome Lingen).
2. Le schéma ci-dessous n'intègre pas les étapes se déroulant à l'étranger et certaines étapes peuvent se dérouler en France et aussi à l'étranger.
3. Le combustible UNE utilisé dans les réacteurs français est produit en France et à l'étranger.

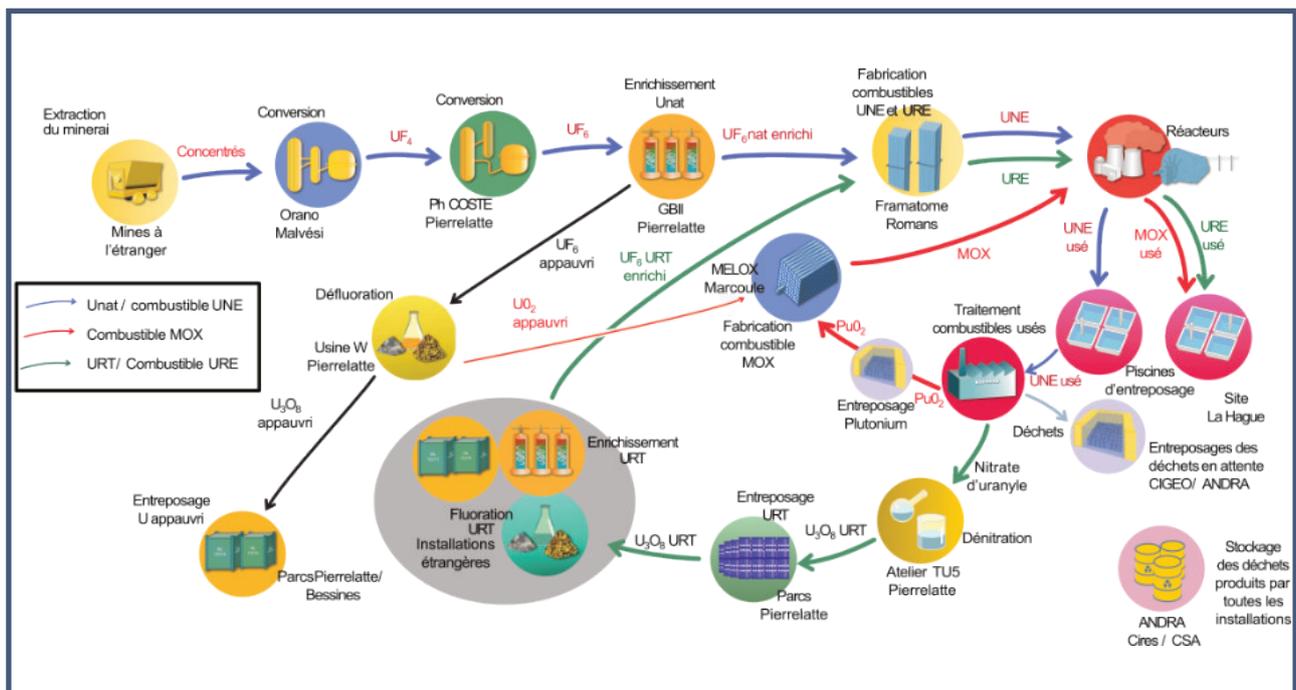


Figure 3. Représentation schématique des installations nucléaires françaises impliquées dans la production d'électricité nucléaire - communément appelé « cycle du combustible » (source : IRSN)

DES FLUX AU-DELÀ DES FRONTIÈRES FRANÇAISES

Le « cycle » du combustible français n'est pas cantonné à nos frontières. Outre les importations d'uranium naturel, différentes opérations liées au combustible nucléaire peuvent être réalisées à l'étranger.

 L'uranium naturel utilisé en France provient de l'Australie, du Brésil, du Canada, de la Hongrie, du Kazakhstan, du Kirghizistan, de la Namibie, du Niger, de l'Ouzbékistan et de la République Tchèque. **Depuis 10 ans, les 3 principaux fournisseurs sont le Kazakhstan (27 %), le Niger (20 %) et l'Ouzbékistan (19%).** Pour exemple, en 2022, la France a importé environ 37 % du Kazakhstan, 20 % du Niger, 15 % de la Namibie, 14 % de l'Australie et 13 % de l'Ouzbékistan. En France, les gisements (Vendée et Limousin) sont en voie d'épuisement et ne sont plus exploités.

La teneur du minerai extrait des mines est souvent assez faible. On doit donc concentrer l'uranium de ces minerais. Les roches sont concassées et finement broyées puis l'uranium est extrait grâce à différentes opérations chimiques. C'est ce qu'on appelle le traitement, dont le résultat est une pâte jaune appelée yellow cake contenant 75 % d'oxyde d'uranium. Il s'agit du concentré d'uranium naturel qui arrive en France, via le port du Havre ou de Sète pour être fluoré à Malvézi.

 La première étape de transformation de l'uranium naturel, la fluoration (ou conversion), est réalisée en France, par Orano, et aussi à l'étranger (Canada, États-Unis et Russie).

 L'uranium naturel est enrichi en uranium 235, en France (Orano), ainsi qu'au Royaume-Uni, en Allemagne, au Pays-Bas, aux États-Unis et en Russie.

 Ainsi, l'américain Westinghouse Electric Company a noué, en 2022, un partenariat avec EDF visant à étudier les fonctionnalités de son combustible tolérant aux accidents (EnCore). Westinghouse livrera à EDF d'ici la fin 2023 des assemblages combustibles contenant des crayons combustibles expérimentaux¹ contenant du combustible EnCore® produits dans son usine suédoise de Västerås, pour une exploitation en phase de test dans un réacteur EDF de 1300 MW. Si les résultats sont concluants, ce combustible sera potentiellement déployé sur l'ensemble du parc nucléaire EDF après 2030.

 La production de combustible MOx, à l'usine Orano Melox de Marcoule, a utilisé à partir de 2013 de la poudre d'oxyde d'uranium provenant de l'installation Framatome de Lingen en Allemagne, produite par voie sèche. Suite aux problèmes de production du MOx découlant de l'utilisation de cette poudre (voir page 20), Orano teste actuellement une autre poudre d'oxyde d'uranium, produite par Westinghouse à Västerås en Suède, dont la qualifi-



1. Ces crayons de combustible expérimentaux se composent de pastilles de dioxyde d'uranium dotées de petites quantités d'oxyde de chrome(III) (Cr2O3) et d'oxyde d'aluminium(III) (Al2O3) entourées d'une gaine en alliage de zirconium chromé.

cation était attendue en 2022. En parallèle, Orano fait construire un nouvel atelier sur son site historique de Malvési (en France) pour produire de la poudre d'oxyde d'uranium selon le même procédé.

URE EDF a conclu en 2018 un marché avec Tenex, filiale de la société nationale d'énergie atomique russe Rosatom, pour recycler l'URT et le ré-enrichir, en Russie. L'URT devant être ensuite réimporté en France pour être utilisé dans la fabrication de l'URE et lui-même utilisé dans les réacteurs nucléaires français à partir de 2023. Orano a également signé en 2020 avec Rosatom un contrat de fourniture d'URT

destiné à être ré-enrichi puis utilisé dans les réacteurs nucléaires russes.

UNE EDF se fournit en assemblages de combustible soit en interne, au travers de sa filiale Framatome, soit en externe. Le fournisseur externe est Westinghouse.

Uapp Pour la fabrication de son combustible MOx, la France s'approvisionne en Allemagne. Un nouvel atelier se construit en France, sur le site d'Orano Malvési.

MOx Le combustible Mox français est exclusivement fabriqué en France par Orano Melox, à Marcoule.

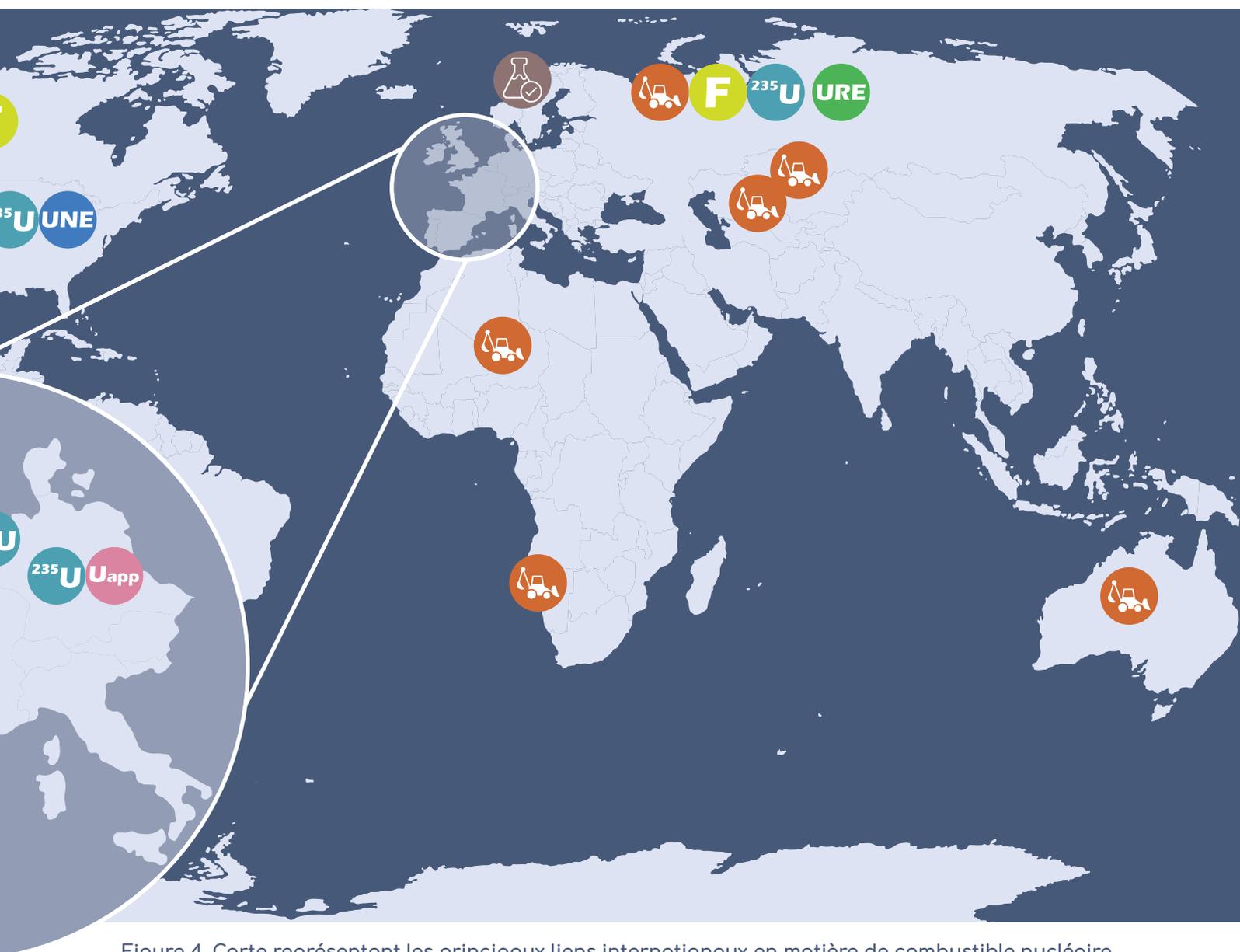


Figure 4. Carte représentant les principaux liens internationaux en matière de combustible nucléaire

GESTION DU COMBUSTIBLE : UN ÉQUILIBRE FRAGILE

La politique actuelle de gestion des combustibles apparaît aujourd'hui fragilisée en trois points essentiels : le retraitement en raison de la corrosion plus avancée que prévue à la conception des évaporateurs de l'usine Orano de La Hague, la production et la consommation de MOx et l'entreposage du combustible usé.

Au-delà des réponses de court terme à ces perturbations, les CLI et l'ANCCLI sont également attentives à ce que des perspectives claires soient tracées à plus long terme et à ce que les conséquences des différents scénarios possibles soient évaluées de façon transparente dans le cadre d'une gouvernance clairement établie. L'ANCCLI note bien que les exploitants, notamment Orano, ont commencé à renouveler et à rénover certaines installations.

Dans le cadre de ses missions d'information et de contribution à la transparence sur les activités nucléaires, l'ANCCLI est particulièrement attentive à ce que ces enjeux soient rendus compréhensibles pour les citoyens ; en particulier les populations riveraines des différentes installations nucléaires impliquées. L'ANCCLI est également très attachée à ce que les décisions soient prises dans le respect de la Convention d'Aarhus et de la Charte de l'environnement.

HISTORIQUE DU RETRAITEMENT DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE USÉ EN FRANCE

1949 : LE 1^{ER} GRAMME DE PLUTONIUM EST EXTRAIT EN FRANCE

• C'est dans les laboratoires de l'usine du Bouchet (CEA), en 1949, que le premier gramme de plutonium est extrait. Ces premiers essais ont permis de valider les procédés qui seront utilisés pour la première usine française de traitement du combustible : UP1, à Marcoule.

Aujourd'hui, l'objectif principal du traitement du combustible utilisé français est l'économie d'uranium naturel. Mais, la première usine de traitement (UP1), mise en service en 1958, à Marcoule, servait à l'extraction du plutonium à des fins militaires.

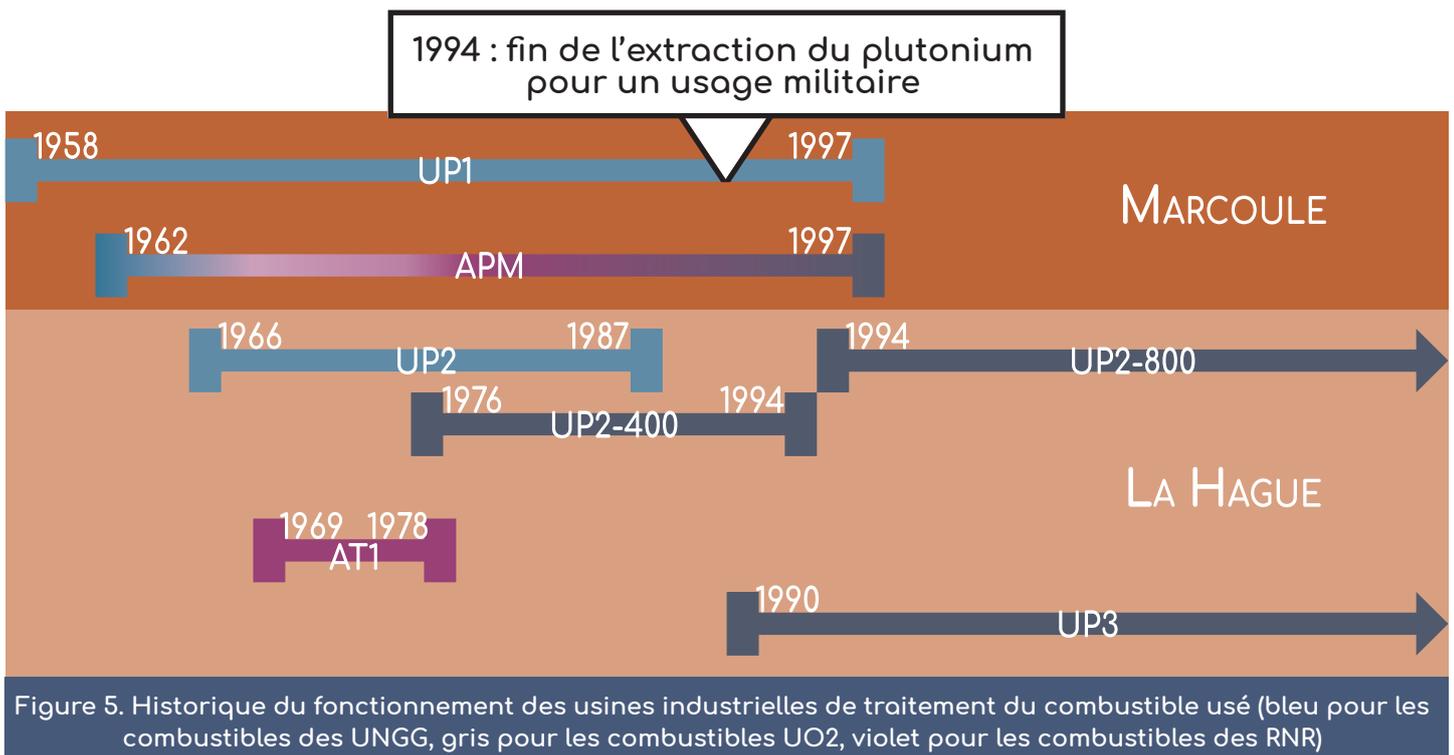
En 1954, le Gouvernement français a pris la décision de construire à Marcoule un réacteur prototype à l'Uranium Naturel modéré au Graphite et refroidi à l'air (G1) puis 2 autres réac-

teurs de puissance refroidis par du Gaz carbonique sous pression (G2 et G3, de la filière UNGG). Pour l'extraction du plutonium produit dans ces 3 réacteurs, l'usine UP1 a été construite, et a fonctionné jusqu'en 1994, puis définitivement arrêtée en 1997. Elle a d'abord traité exclusivement les combustibles des 3 réacteurs du CEA, puis les combustibles des réacteurs d'EDF.

En 1959, le Gouvernement du Général de Gaulle a décidé de retraiter tous les combustibles utilisés des réacteurs UNGG d'EDF, et, simultanément et logiquement, de développer une filière de réacteurs à neutrons rapides (RNR) pour « fermer le cycle du combustible ».

La première usine, UP2, à La Hague a été mise en service en 1966 avec le premier combustible nucléaire de Chinon A1 retraité.

La construction du réacteur à neutrons rapides (RNR) expérimental Rapsodie a débuté, en 1962,



RÉACTEURS À NEUTRONS RAPIDES : OBJECTIF DE FERMETURE DU « CYCLE »

Les réacteurs à neutrons rapides sont un concept de réacteurs nucléaires visant à utiliser comme combustible à la fois le plutonium (produit par le parc actuel de réacteurs) et de l'uranium, notamment l'uranium non fissile (dit fertile). Ces réacteurs utilisent la capacité de l'uranium 238, non fissile, à se transformer en noyaux fissiles après capture d'un neutron rapide : après capture d'un neutron rapide et deux désintégrations spontanées, l'uranium 238 produit du plutonium 239 fissile.

La perspective du développement de tels réacteurs est associée à une stratégie de « fermeture du cycle » du combustible nucléaire. Le plutonium et l'uranium issus du retraitement seraient utilisés dans un nouveau cycle de production énergétique avec des réacteurs à neutrons rapides.

En France, cela consisterait à utiliser, en plus du plutonium, l'uranium 238 séparé lors des opérations de retraitement du combustible usé, sur le site d'Orano La Hague (Manche).

Le report (sans date connue) du projet de réacteur à neutrons rapides français, Astrid, en 2019, éloigne la possibilité d'une « fermeture du cycle » et peut remettre en cause la stratégie de gestion des matières et déchets radioactifs¹ qui lui est associée, en particulier l'opportunité du retraitement du combustible usé et le statut de matière valorisable de l'uranium appauvri et de l'uranium issu du retraitement².

i

à Cadarache et a été mis en service en janvier 1967, sans être raccordé au réseau (il n'a produit que des MW thermiques).

En 1973, le Gouvernement Mesmer définit une nouvelle politique électronucléaire caractérisée par l'abandon de la filière électronucléaire UNGG d'EDF (Chinon, Saint-Laurent-des-Eaux, Bugey) et le développement de la filière des Réacteurs à Eau Pressurisée (REP). Treize tranches REP de 900 MWe ont été lancées entre 1974 et 1975 et dix autres en 1976.

La volonté de fermer le « cycle du nouveau combustible » (UO₂) par des RNR est maintenue. Le RNR Phénix a été mis en service en 1974 et la fin du fonctionnement divergé de ce réacteur a été prononcée en 2010. Superphénix a été mis en service en 1985 et arrêté en 1997 pour 53 mois de réel fonctionnement.

L'usine UP2 a été dotée, en 1976, d'un nouvel atelier (HAO - Haute Activité Oxyde) pour retraiter, à hauteur de 400 tonnes par an, les combustibles des REP. Cet atelier était appelé UP2-400.

De 1988 à 1994, UP2-400 a été dédiée au retraitement des combustibles UO₂. **Elle a été remplacée, en 1994, par UP2-800 permettant de traiter 800 tonnes par an.**

En 1990, une nouvelle usine entre en exploitation sur le site de La Hague : UP3. Cette usine a une capacité de traitement de 800 tonnes par an. Elle a été dédiée, les 10 premières années, au traitement de combustibles étrangers.

Depuis 2003, la capacité individuelle d'UP2-800 et d'UP3 a été portée à 1000 tonnes par an, bien que la capacité totale des 2 usines soit limitée réglementairement à 1700 tonnes par an.

Le plutonium extrait de ces différentes usines sert aujourd'hui, exclusivement à la production de MOx, au sein de l'usine Melox, à Marcoule.

Deux ateliers pilotes ont également été en activité : AT1 et APM, pour Atelier de traitement des combustibles nucléaires oxyde et Atelier Pilote de Marcoule. L'AT1 dédié au combustible oxydes de la filière RNR, a essentiellement traité du combustible provenant du réacteur Rapsodie. L'APM a connu 3 grandes phases, dont la première, très diversifiée, a traité des combustibles provenant de la filière UNGG, puis des combustibles PuAl et UAl hautement irradiés, des combustibles au thorium... La deuxième phase a été dédiée au traitement des combustibles oxydes (RNR et REP). La troisième période a été dédiée au traitement de combustible du CEA, dits « sans emploi », du réacteur Rapsodie (à Cadarache) et d'autres réacteurs de recherche.

1. Voir notamment à ce sujet le rapport de l'OPECST « L'énergie nucléaire du futur et les conséquences de l'abandon du projet de réacteur nucléaire de 4^e génération "Astrid" » du 8 juillet 2021, pp. 82 à 85

2. Dans son avis n° 2020-AV-0363 du 8 octobre 2020, l'ASN estime ainsi « indispensable qu'une quantité substantielle d'uranium appauvri soit requalifiée dès à présent en déchet » car « la consommation de l'ensemble du stock de matière existant est irréaliste avec les filières de valorisation envisagées à l'échelle du siècle ».

LE MOx : UN ÉQUILIBRE MIS À MAL PAR LES DIFFICULTÉS DE L'USINE MELOX

La production de combustible MOx à l'usine Orano Melox de Marcoule et sa consommation dans une partie des réacteurs nucléaires d'EDF constituent des étapes cruciales, dans la mesure où elles permettent de maîtriser les stocks de plutonium séparé ou contenu dans du combustible non-irradié afin de satisfaire les engagements de la France au titre du traité sur la non-prolifération des armes nucléaires du 1^{er} juillet 1968 et des directives de l'AIEA relatives à la gestion du plutonium civil du 16 avril 1998 (INFCIRC/549).

Pour éviter de produire des quantités de plutonium séparé supérieures à celles consommées sous forme de MOx, un principe d'équilibre doit être respecté.

D'une part, le niveau de traitement des combustibles UNE usés (et donc de production de plutonium séparé) doit être adapté aux besoins nécessaires à la fabrication de MOx afin d'éviter l'accumulation de plutonium séparé dans les entreposages du site de La Hague (retraitement des UNE) et de l'usine Melox (fabrication du MOx). D'autre part, ce MOx doit être produit dans des quantités correspondant à la capacité des réacteurs nucléaires français à l'utiliser comme combustible.

Or malgré la réduction de la production de combustible MOx, les exploitants n'ont pas baissé le flux de traitement des assemblages combustibles usés compte tenu de la faible marge disponible dans les piscines d'entreposage d'assemblages combustibles usés, ce qui a conduit à une production de plutonium séparé supérieure au besoin.

Le principe d'équilibre qui doit permettre de limiter les quantités de plutonium entreposées est également soumis à des contraintes technico-économiques dans la mesure où le plutonium subit une dégradation spontanée avec la formation

d'américium 241. Au-delà d'une durée d'entreposage de 3 à 4 ans, il devient alors nécessaire de traiter à nouveau le plutonium pour en extraire l'américium, ce qui génère des coûts et des contraintes de radioprotection supplémentaires.

L'augmentation de la quantité de plutonium séparé entreposée sous une forme ou une autre – même de façon temporaire – n'apparaît ainsi souhaitable ni du point de vue des obligations internationales de la France, ni d'un point de vue économique.

Toutefois, les difficultés rencontrées depuis 2018 pour la production de MOx perturbent l'ensemble de la chaîne de gestion des combustibles usés. Cette situation pose différentes questions concernant les moyens mobilisables pour remédier à ces difficultés de production et la temporalité de leur mise en œuvre. Les conséquences des variations de production et de consommation de MOx sur les flux et les stocks de différentes matières radioactives (combustible UNE usé, plutonium, uranium de retraitement, rebuts de MOx) sont aussi à prendre en compte, en respectant le traité de non-prolifération et en s'assurant des capacités d'entreposage et de stockage de ces matières.

Depuis 2018, l'usine Melox connaît des problèmes de qualité dans sa production de combustible MOx (difficultés à obtenir une homogénéité suffisante des pastilles de MOx), qui conduisent à une division par deux de la production de combustible MOx de qualité utilisable dans les réacteurs¹.

Ces difficultés sont attribuées, par Orano Recyclage, à l'utilisation, à partir de 2013, de poudre d'oxyde d'uranium appauvri provenant de l'usine Orano de Lingen (Allemagne) et obtenue par un procédé par « voie sèche », à la suite de la fermeture de l'atelier TU2 de Pierrelate, qui utilisait un processus de

1. L'usine MELOX a ainsi produit en 2021 entre 50 et 60 tonnes de MOx pour un carnet de commandes de 120 tonnes (déclaration du porte-parole d'Orano à Usine Nouvelle – article « Orano MELOX injecte 84 millions d'euros dans le site de Marcoule pour augmenter la production de Mox » du 13 janvier 2022)

LE MOx

Le MOx (Mélange d'Oxydes de plutonium et d'uranium) est un combustible nucléaire constitué aujourd'hui d'un mélange d'environ 92 % d'uranium appauvri et de 8 % de plutonium issu du retraitement du combustible UNE usé. Produit à l'usine MELOX de Marcoule, il peut aujourd'hui être utilisé dans 22 réacteurs nucléaires de 900 MWe et une extension à 2 réacteurs de 900 MWe supplémentaires est prévue. A plus long terme (environ 2032), EDF travaille sur un projet de « moxage » des réacteurs de 1300 MWe¹. Le MOx sera enfin également utilisé par les futurs réacteurs EPR (Flamanville et projet d'EPR2).

Les combustibles MOx usés ne sont pas recyclés (cycle ouvert) et sont entreposés dans les piscines de refroidissement des réacteurs nucléaires puis sur le site d'Orano Recyclage La Hague.

Le combustible MOx dégage plus de chaleur que le combustible à l'UNE, pendant plus longtemps, ce qui impose des contraintes en termes de transport et d'entreposage.

Il est également exporté vers des pays qui ne retraitent pas leur combustible usé.

i

production « par voie humide ». Par ailleurs, l'usine Melox est également affectée par des pannes fréquentes d'équipements. Suite à ces problèmes de qualité, EDF a chargé certains réacteurs nucléaires par du combustible UNE en lieu et place du combustible MOx. Un plan d'action a été défini par Orano Recyclage pour rétablir la production de l'usine Melox en utilisant notamment à partir de 2023 une poudre d'oxyde d'uranium produite par « voie humide », par le site de Malvési.

La diminution des capacités de production de MOx a des conséquences sur toutes les étapes de la gestion du combustible. En effet, le strict respect du principe d'équilibre aurait imposé une diminution du niveau du retraitement du combustible usé afin de l'ajuster au niveau actuel des capacités de consommation de plutonium, ce qui aurait entraîné une augmentation des quantités de combustible usé à entreposer. Or, comme le relève l'IRSN², « compte tenu de la marge disponible dans les piscines d'entreposage d'assemblages combustibles, les exploitants n'ont pas baissé le flux de traitement des assemblages combustibles usés, ce qui conduit à une production de PuO₂ supérieure au besoin »³.

Cette situation conduit également à la production d'une quantité plus importante de rebuts de MOx contenant du plutonium, qui sont eux aussi entreposés sur le site d'Orano Recyclage La Hague⁴.

Dans le cadre de leur mission d'information du public, **les CLI et l'ANCCLI souhaitent prendre la mesure des conséquences de cette situation de déséquilibre en termes d'impact global dans le temps sur les flux et les stocks de matières radioactives à gérer. Elles souhaitent en particulier une transparence sur les quantités produites et utilisées de plutonium et de MOx et leurs scénarios d'évolution à court et moyen terme.**

Les CLI et l'ANCCLI souhaitent également avoir une vision claire des impacts localisés de cette situation et de ses évolutions futures sur le fonctionnement des installations impliquées dans le traitement du combustible – en particulier les perspectives pour le rétablissement de la production de l'usine Melox – et leurs conséquences sur l'exposition des travailleurs et des riverains.

1. « Études engagées pour l'utilisation éventuelle du MOx sur le polier 1300 MW », Atelier « filière nucléaire », 11 janvier 2018, https://cpdp.debatpublic.fr/cpdp-ppe/sites/debat.ppe/files/documents/edf_presentation_parc_en_exploitation.pdf

2. Voir notamment à ce sujet l'avis de l'IRSN n° 2022-00049 du 4 mars 2022 <https://www.irs.fr/FR/expertise/avis/2022/Documents/mars/Avis-IRSN-2022-00049.pdf>

3. D'après l'inventaire national des matières et déchets radioactifs de l'ANDRA, le stock de plutonium entreposé en France est passé de 54 tonnes de métaux lourds fin 2017 à 60 tonnes de métaux lourds fin 2020. Ce stock continue par ailleurs à augmenter.

4. Ce sont ainsi 15 à 20 tonnes par an de rebuts de MOx qui ont été produites entre 2018 et 2021 au lieu des 5 à 10 tonnes annuelles de rebuts produits précédemment (source : présentation d'Orano devant le HCTISN du 8 mars 2022)

L'ENTREPOSAGE : ÇA SATURE !

Les capacités d'entreposage du combustible usé (UNE, URE, MOx) conditionnent les marges de manœuvre – ou leur absence – en matière de retraitement. Or, les capacités d'entreposage actuelles du combustible usé sont en voie de saturation, celle-ci pouvant intervenir entre 2024 et 2030 en fonction des scénarios envisagés, d'après les estimations des exploitants confirmées par l'IRSN. Orano indique, en juin 2023, que la saturation arriverait en 2029. Les piscines d'entreposage d'Orano La Hague accueillent aussi les rebuts de MOx.

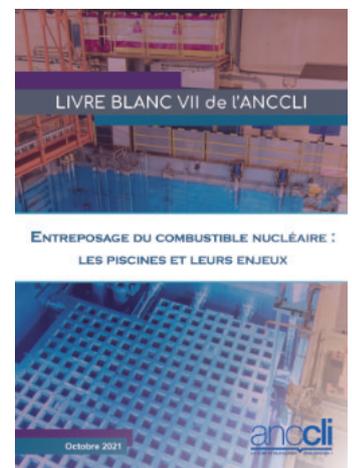
Or EDF a annoncé le report à 2034 de la mise en service d'une nouvelle piscine centralisée d'entreposage des combustibles usés. En outre, la corrosion plus rapide que prévu des évaporateurs de l'usine d'Orano Recyclage La Hague fragilise les capacités de retraitement, ce qui peut également conduire à une augmentation du stock de combustible (Orano Recyclage La Hague prévoit toutefois de raccorder de nouveaux ateliers de concentration de produits de fission en 2022-2023 sur l'usine UP3 (atelier NCPF T2) et en 2023-2024 sur l'usine UP2-800 (atelier NCPF R2)).

L'une des trois parades envisagées par EDF pour pallier cette situation est une augmentation des capacités d'utilisation du MOx¹ dans les réacteurs qui permettrait, en augmentant le niveau du retraitement, de diminuer la quantité de combustible UNE usé à entreposer. Or, compte tenu des difficultés et des limites réglementaires de production de l'usine Melox, cette solution, ne semble pas, à ce jour, compatible avec les besoins d'entreposage identifiés par les exploitants². Seule la densification des piscines C, D et E des usines de l'établissement de La Hague pour en augmenter la capacité d'environ 30 % (2^e parade envisagée par EDF), dont la mise en œuvre est prévue à partir de 2024, pourrait être à même de répondre aux besoins à court terme d'entrepo-

sage du combustible usé entre aujourd'hui et 2034. Pour l'ASN, cette parade doit être temporaire et ne sera autorisée qu'au « juste besoin ». La 3^e parade envisagée, consistant en la création d'un entreposage à sec, est également écartée à court terme par l'IRSN en raison des délais nécessaires à la création d'une nouvelle INB mais doit être étudiée. Orano et EDF doivent déposer un projet.

Les CLI et l'ANCCLI restent particulièrement attentives à cette question, qui a déjà fait l'objet d'un Livre Blanc « L'entreposage du combustible nucléaire : les piscines et leurs enjeux »³. En particulier, elles souhaitent pouvoir bénéficier du suivi des conséquences des évolutions des stocks sur les problématiques d'entreposage des différentes matières radioactives, et notamment le combustible usé, et exercer à cet égard leur mission d'information du public. L'ANCCLI s'interroge également sur la pérennité de ces parades et de leurs gestions dès lors que la piscine d'entreposage sera opérationnelle. Un suivi des conséquences de l'augmentation du contenu des piscines C, D et E des usines de La Hague est aussi à envisager.

L'IRSN a notamment recommandé qu'EDF et Orano mettent en place un dispositif de suivi régulier pour anticiper la mise en œuvre éventuelle de parades en tenant compte des enjeux de sûreté et de radioprotection, en cas d'aléas sur une installation ou sur un projet en cours de réalisation. **Les CLI et l'ANCCLI souhaitent être informées de ces travaux.**



1. en passant de 12 à 16 assemblages combustibles Mox par recharge dans les réacteurs de 900 MWe

2. Dans son avis n° 2022-00049 du 4 mars 2022, l'IRSN estime qu'en raison des délais nécessaires à la création d'une nouvelle installation la réalisation d'un entreposage à sec, troisième piste proposée par EDF, n'est pas à même de répondre dans les temps nécessaires aux besoins d'entreposage.

3. Disponible sur le site web de l'ANCCLI : <https://www.anccli.org/livres-blancs-3/>

QUELS CHOIX POUR GARDER L'ÉQUILIBRE ?

Lors de sa conférence de presse du 19 janvier 2022, le Président de l'ASN, Bernard Doroszczuk a déclaré « *d'ici 2030 au plus tard, le gouvernement devra se prononcer sur la poursuite ou non du retraitement des combustibles usés à l'horizon 2040. Quelle que soit la décision prise, il faudra en anticiper les conséquences d'au moins une dizaine d'années à l'avance : soit prévoir la rénovation des installations actuelles si le retraitement est poursuivi ; soit anticiper la mise en place de solutions alternatives pour la gestion des combustibles usés, qui devront être disponibles à l'horizon 2040, si le retraitement est arrêté.* »

Les deux options nécessitent des investissements lourds qui doivent nécessairement être anticipés, leurs coûts identifiés et les conséquences pour les territoires concernés et la sûreté des travailleurs évalués. **Les CLI et l'ANCCLI souhaitent être associées à ces débats dans le cadre de leurs missions respectives.**



EDF, dans son document d'enregistrement universel 2022, évalue le risque lié à la maîtrise du « cycle du combustible » à une criticité intermédiaire. Sont notamment soulevés les risques concernant l'approvisionnement en uranium dépendant de facteurs politiques et économiques, les risques concernant l'entreposage (saturation des piscines) et le transport (accroissement des exigences sécurité, crises qui rappellent à EDF « que l'équilibre reste fragile ») des combustibles neufs et usés, et enfin les risques liés aux coûts pour la gestion du combustible usé qui pourraient être mis à mal en sortie du contrat actuel avec Orano avec une variation importante à la hausse¹.

Le HCTISN a proposé le 8 mars 2022, lors de sa 60^e réunion, de mettre en place un « rendez-vous régulier pour le suivi des difficultés associées au fonctionnement du cycle du combustible ces dernières années », cette instance étant notamment vouée à « suivre l'évolution du calendrier de saturation et des projets proposés par les exploitants, des avis auxquels ils donnent lieu, des consultations du public dont ils font l'objet. **Les CLI et l'ANCCLI souhaitent être associées à ce rendez-vous dans un format adapté pour préparer leur participation à cette instance en organisant en amont une rencontre annuelle** entre elles et l'ensemble des acteurs pour être informées de façon synthétique des enjeux et des évolutions prévisionnelles et pouvoir recevoir des réponses aux questions qu'elles poseront.

Enfin, l'évolution des relations avec la Russie, à la suite à son invasion de l'Ukraine, étant de nature à remettre potentiellement en cause certains partenariats techniques ou commerciaux liés à l'uranium de retraitement entre les opérateurs français et russes, **les CLI et l'ANCCLI souhaitent également un éclairage sur les différents scénarios possibles à cet égard, leurs conséquences probables et les parades envisageables à d'éventuelles perturbations.**

Ce contexte géopolitique tendu doit aussi nous conduire à imaginer des scénarios majorants (incluant également des scénarios avec arrêt simultané de nombreux réacteurs comme nous le vivons actuellement avec le phénomène de corrosion sous contrainte rencontré par plusieurs réacteurs) et à examiner leurs conséquences sur la gestion du combustible et sur les stocks de combustible usé.

L'ANCCLI demande que les projets de nouveaux réacteurs nucléaires soient réfléchis dans une vision globale de la filière nucléaire (interdépendance avec les autres installations nécessaires à la gestion du combustible).

1. <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2023-03/edf-urd-rapport-financier-annuel-2022-fr.pdf>

LE SUIVI DES REJETS DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DU COMBUSTIBLE

Comme toute INB, les installations nucléaires impliquées dans le traitement du combustible rejettent dans le milieu aquatique et dans l'atmosphère des substances radioactives, mais aussi des polluants chimiques non-radioactifs. Ces rejets sont strictement réglementés par des autorisations de rejets et de prélèvement d'eau spécifiques à chaque installation. Délivrées par l'Autorité de Sûreté Nucléaire, elles fixent en particulier les types de substances et les quantités maximales pouvant être rejetées. Ces autorisations sont par ailleurs renouvelées et ajustées lorsque l'installation est modifiée de façon substantielle ou lors d'évolutions de la réglementation.

Les évolutions à venir du parc de réacteurs nucléaires et les changements, marginaux ou profonds, dans la gestion du combustible (variations des quantités d'UNE retraité, rénovation des installations de retraitement, éventuelle décision d'arrêt du retraitement, etc.) sont de nature à impacter les quantités de substances chimiques et radioactives rejetées par les différentes installations impliquées. L'ANCCLI souligne la nécessité de pouvoir estimer l'évolution future des volumes et de la nature des rejets radioactifs et chimiques associés aux choix possibles en matière de gestion du combustible et de prendre en compte l'impact environnemental dans ces choix. La question des rejets des installations nucléaires, notamment en mer, est une demande récurrente des CLI et de l'ANCCLI pour qu'elle soit intégrée dans les PNGMDR ce qui n'est pas encore le cas.

VERS UNE VISION CONSOLIDÉE DES CONSÉQUENCES ENVIRONNEMENTALES DES DÉCISIONS CONCERNANT LA GESTION DU COMBUSTIBLE

L'organisation actuelle de la gestion du combustible, des déchets et des matières radioactives ne permet pas d'avoir une vision globale et complète des conséquences environnementales des différents choix possibles.

En effet, la Cour des comptes soulignait ainsi en 2019 qu'« afin d'éclairer de manière complète et objective les décisions de politique publique, la comparaison économique et environnementale des alternatives [était] nécessaire mais les données et études manquaient sur ce sujet »¹. Suite au débat public de 2019 sur le PNGMDR 2021-2025, le Ministère de la transition écologique et solidaire et l'ASN ont décidé que « l'évaluation des impacts environnementaux, sanitaires et économiques des choix de gestion des matières et des déchets radioactifs pris par le PNGMDR sera[it] renforcée », qu'« un état des lieux des questions transverses dont le débat public a montré la sensibilité (transports, environnement, santé, économie, nocivité des déchets, impacts territoriaux...), sera[it] établi de manière participative » et que « les modalités de réponse à ces questions ser[ait] définies dans le PNGMDR »². Enfin, dans son avis sur le PNGMDR 2021-2025, l'Autorité environnementale a réitéré sa recommandation, déjà formulée au sujet du précédent PNGMDR, de « compléter l'évaluation environnementale par une étude des incidences sur l'environnement des choix du PNGMDR qui conduisent, ou pourraient conduire, à augmenter les rejets dans l'environnement et d'en déduire des mesures d'évitement et de réduction, ainsi qu'un suivi adapté. Elle a également recommandé, « compte tenu de l'exclusion des rejets dans l'air et l'eau du champ du PNGMDR, [...] d'explicitier les principes qui assurent une gestion cohérente de ces rejets et

des déchets radioactifs à l'échelle du plan dans son ensemble ainsi qu'à celle de chaque filière. »³

Les CLI et l'ANCCLI s'associent à ces demandes de mise en place d'un cadre clair et transparent permettant d'évaluer et de réduire les conséquences environnementales des choix opérés en matière de gestion du combustible. Dans la mesure où ce cadre est encore en cours de définition, **les CLI et l'ANCCLI entendent être associées à la définition de ce cadre afin de pouvoir exercer de la meilleure façon leur mission d'information du public** sur des questions d'impact environnemental présentant un intérêt particulier pour les populations des territoires d'implantation des INB. **Elles souhaitent en particulier qu'un plan prospectif explicitant les évolutions prévisionnelles des rejets radioactifs et chimiques, au niveau des différentes INB, associés aux différentes options possibles pour le combustible soit élaboré et soumis à concertation.**

Afin de permettre aux CLI de suivre au mieux ces questions, **l'ANCCLI se propose d'organiser des formations à l'intention des chargés de mission des CLI afin de faciliter leur compréhension des données et enjeux associés aux rejets** (notamment les rapports environnementaux des différentes INB impliquées) et de permettre aux CLI de construire leur propre interprétation de ces données. En soutien au travail des chargés de missions des CLI, **l'ANCCLI envisage également d'apporter un soutien d'expertise aux CLI au travers de la mobilisation du groupe d'experts scientifiques associés de l'ANCCLI, voire d'un laboratoire agréé indépendant.**

1. Rapport de la Cour des comptes « L'aval du cycle du combustible nucléaire - Les matières et les déchets radioactifs, de la sortie du réacteur au stockage (<https://www.ccomptes.fr/system/files/2019-07/20190704-rapport-aval-cycle-combustible-nucleaire.pdf>)

2. Décision du 21 février 2020 du Ministère de la Transition écologique et de l'ASN consécutive au débat public dans le cadre de la préparation de la cinquième édition du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, article 10 « La prise en compte des enjeux environnementaux, sanitaires et économiques de la gestion des déchets » (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042032480>)

3. Avis délibéré de l'Autorité environnementale n° 2021-96 sur le plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2021-2025 adopté le 18 novembre 2021 (https://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/211118_pngmdr_delibere_cle782ddc.pdf)

LE CAS PARTICULIER DES REJETS DU SITE D'ORANO LA HAGUE

Parmi les sites impliqués dans le traitement du combustible, le site d'Orano La Hague occupe une place particulière par l'importance et la nature de ses rejets radioactifs et chimiques.

Même si les sites ne sont pas comparables, pour donner un ordre d'idées, en 2021 :

- » Le site d'Orano La Hague a rejeté, par la voie liquide, 10 000 TBq de tritium, contre, par exemple, 59,7 TBq pour la centrale nucléaire de Gravelines.
- » Le site d'Orano La Hague a rejeté, par la voie atmosphérique, 394 000 TBq de gaz rares, contre, par exemple, 1,3 TBq pour la centrale nucléaire de Gravelines.

Les rejets radioactifs du site d'Orano La Hague sont, pour les effluents gazeux, d'une activité assez constante depuis la fin des années 1990 et sont dominés par le krypton-85 (gaz rare), devant le tritium, le carbone-14 et l'iode-129. Il faut

néanmoins noter que du fait d'être un gaz rare le krypton-85 se disperse dans l'air sans se déposer au sol, ce qui implique que les activités rejetées en krypton-85 n'ont pas d'impact sur le milieu terrestre et les denrées mais expose la population de façon externe (entre 1,4 et 9,6 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour un adulte résident à proximité du site, suivant les données d'Orano et de l'IRSN).

Concernant les rejets radioactifs liquides, c'est le tritium qui est largement prédominant. Sur l'ensemble des rejets liquides, comme pour les rejets atmosphériques, l'activité rejetée depuis la fin des années 1990 est relativement constante.

Dans son avis de mai 2021, l'Autorité environnementale notait que les flux de nitrates et nitrites, de l'ordre de 2 000 tonnes par an, représentaient plus de 1 % des rejets d'azote par les industriels et stations d'épuration urbaines en France (donnée 2013)¹.

LA CONVENTION POUR LA PROTECTION DU MILIEU MARIN DE L'ATLANTIQUE DU NORD-EST (CONVENTION OSPAR)

La Convention OSPAR², entrée en vigueur le 25 mars 1998, vise à protéger le milieu et les écosystèmes marins de l'Atlantique du nord-est (y compris la Manche et la mer du Nord) contre les effets néfastes des activités humaines, en prévenant et supprimant la pollution du milieu marin. Elle réunit 16 parties contractantes, dont la France et l'Union Européenne.

Les pollutions du milieu marin visées par la convention incluent notamment les substances radioactives. Les signataires de la Convention s'engagent notamment à adopter des programmes et mesures appliquant les meilleures techniques disponibles et la meilleure pratique environnementale (art. 3.b.i. de la Convention).

Le 23 juillet 1998, les ministres de l'Environnement de 15 pays signataires de la convention OSPAR (dont la France) ont signé un accord (la Déclaration de Sintra³) les engageant à « [ramener] les rejets, émissions et pertes de substances radioactives [...], d'ici l'an 2020, [...] à des niveaux [...] proches de zéro ». Cet objectif a été repoussé à 2050 lors de la réunion ministérielle de la Convention d'Octobre 2021 (Déclaration de Cascais⁴).

i

1. 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) (https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/210519_inb_la_hague_50_delibere_cle697588.pdf)

2. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:21998A0403\(01\)&from=FR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:21998A0403(01)&from=FR)

3. https://www.persee.fr/doc/reden_1283-8446_2000_num_4_4_1335

4. <https://www.ospar.org/site/assets/files/36552/cascaisdeclaration2021.pdf>

Même si ces rejets radioactifs et chimiques respectent les limites annuelles fixées par l'ASN, l'objectif d'un niveau de rejets proche de zéro (demandé par la convention OSPAR visant à protéger l'environnement marin) constitue un réel défi et nous pouvons noter que depuis une vingtaine d'années, aucune diminution significative des rejets n'est visible.

A noter, les rejets liquides du site d'Orano La Hague sont mesurables, au moins, jusqu'à la centrale nucléaire de Gravelines.

L'ANCCLI apporte donc une attention particulière au suivi des rejets d'Orano La Hague. Elle s'interroge, en outre, sur la mise en œuvre des meilleures techniques disponibles permettant de diminuer ces rejets et souhaite contribuer à la transparence des activités du site en étant informées des options possibles pour la réduction de ces rejets et des arbitrages technico-économiques opérés par l'exploitant en la matière. L'ANCCLI souhaiterait, par ailleurs, mettre en perspective ces niveaux de rejets au regard de l'expérience appliquée à d'autres installations similaires, à l'étranger.

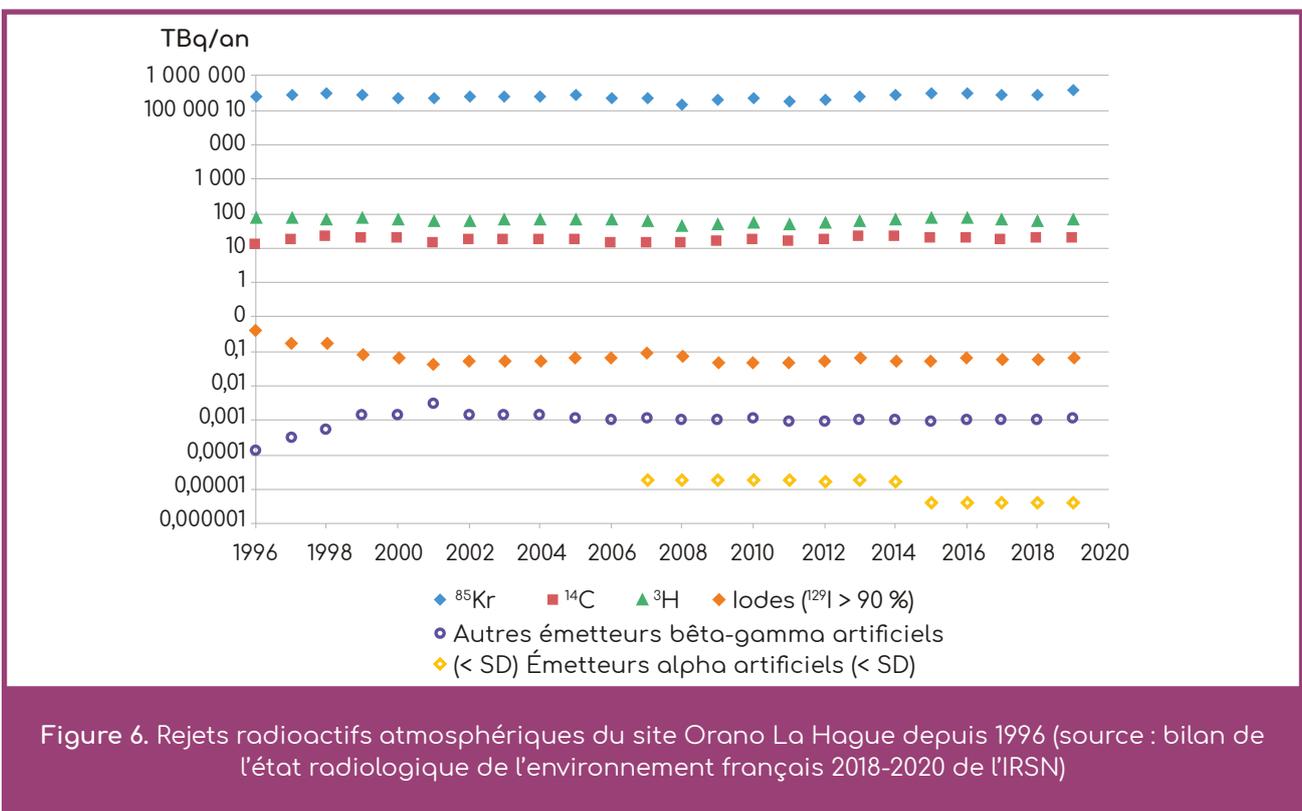
L'engagement de la France de ramener les rejets radioactifs et chimiques en Atlantique Nord-Est à des niveaux proches de zéro ne peut être pour-

suivi que s'il est assorti de trajectoires de réduction des rejets à horizon 2050 (voire à des échéances plus proches) et de scénarios technico-économiques précis explicitant les moyens prévus pour les réaliser.

L'ANCCLI propose enfin d'apporter un soutien d'expertise aux CLI directement concernées (CLI Orano La Hague et groupe inter-CLI de la Manche) à travers la mobilisation du Groupe d'Experts Scientifiques de l'ANCCLI, voire par la conduite d'expertises indépendantes.

En complément de ces données sur les rejets liquides et atmosphériques, il est important de regarder l'impact dosimétrique sur la population. Les doses estimées par l'IRSN dans son bilan radiologique de l'environnement français 2018-2020 pour une personne « qui résiderait autour du site d'Orano La Hague et qui cumulerait toutes les voies d'exposition recevrait une dose maximale de 10 μ Sv/an, ce qui reste de l'ordre de 300 fois inférieure à la dose moyenne reçue annuellement par la population française hors de toute influence d'une installation nucléaire, du fait du bruit de fond radiologique existant sur notre territoire ».

Dans le cadre des procédés de traitement des combustibles usés, Orano La Hague utilise différents produits chimiques.



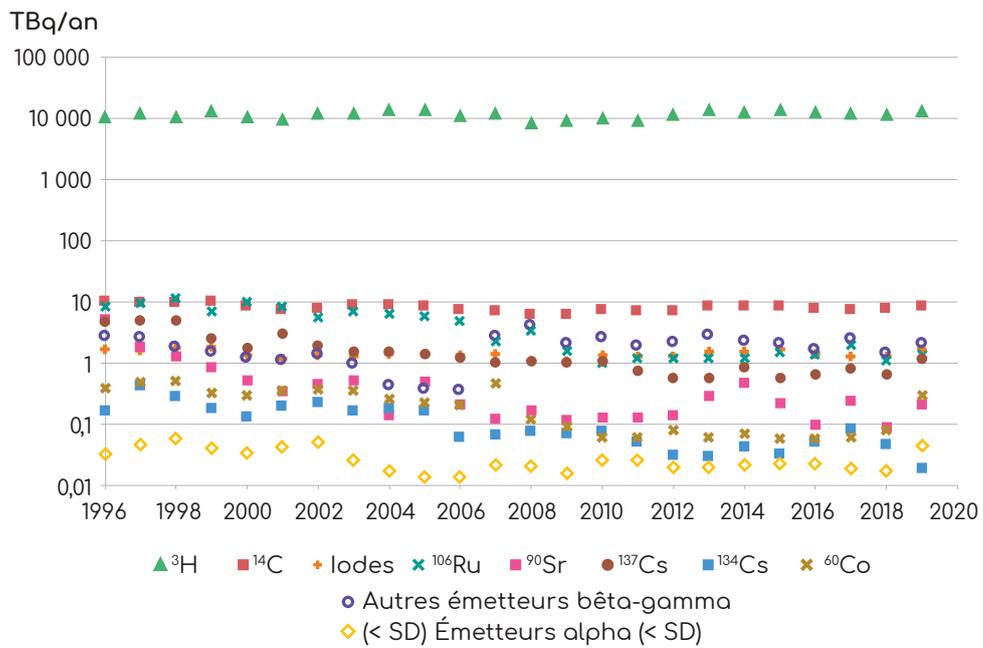


Figure 7. Rejets radioactifs liquides du site Orano La Hague depuis 1996 (source : bilan de l'état radiologique de l'environnement français 2018-2020 de l'IRSN)

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL HORS DU TERRITOIRE FRANÇAIS

Pris dans son ensemble, la gestion du combustible, de l'extraction du minerai jusqu'à la gestion des matières et déchets radioactifs, ne se déploie pas uniquement sur le territoire français. Dans un contexte où la responsabilité sociale des entreprises fait l'objet d'une attention croissante et où la réglementation européenne (*Proposition de directive européenne sur le devoir de vigilance des entreprises en matière de durabilité*) et la loi française (*Loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique, dite « Loi Sapin II »*) demandent à celles-ci d'exercer une vigilance sur l'ensemble de leur chaîne d'approvisionnement et du cycle de vie de leurs produits, **les CLI et l'ANCCLI estiment également devoir s'intéresser à la question des impacts environnementaux du combustible à l'étranger**, qu'il s'agisse des conditions d'extraction du minerai d'uranium, de sa purifi-

cation et de la fabrication du concentré d'uranium naturel utilisé comme matière première pour la fabrication du combustible UNE, des installations nucléaires situées à l'étranger impliquées dans le traitement du combustible (comme jusqu'à récemment le site Orano de Lingen en Allemagne) ou des impacts environnementaux associés à l'utilisation de matières radioactives exportées (par ex. l'uranium de retraitement exporté vers la Russie).

Pour ce faire, **l'ANCCLI se propose d'organiser un temps de partage des connaissances** avec l'IRSN, l'ASN et les exploitants français sur la question des impacts environnementaux à l'étranger générés par la gestion du combustible, notamment son extraction et sa transformation.

SE SAISIR DES QUESTIONS LIÉES À LA GESTION DU COMBUSTIBLE

La gestion du combustible revêt une double dimension : nationale et locale.

>> Nationale car les décisions structurantes sont prises à ce niveau, comme par exemple les politiques énergétiques (nombre et types de réacteurs nucléaires et durée d'exploitation de ceux-ci) ou le choix de la stratégie de retraitement (qui induit un entreposage centralisé à La Hague plutôt que des entreposages sur les sites des centrales nucléaires), – ou parfois l'absence de décision – ont des conséquences importantes sur l'ensemble du « cycle » de gestion du combustible.

>> Locale, pour trois raisons : en premier lieu, la gestion du combustible prend corps à travers des installations particulières au niveau desquelles des CLI exercent leur mission d'information et de suivi des activités nucléaires. En outre, les évolutions de la gestion du combustible impactent localement le transport, l'entreposage, voire le stockage de différentes matières et déchets radioactifs issus du combustible. Enfin, les événements survenant sur une installation (par exemple les difficultés de fonctionnement de l'usine MELOX d'Orano) peuvent avoir des répercussions sur le fonctionnement des autres installations nucléaires.

Cette double dimension nationale et locale fait que les CLI et l'ANCCLI ne peuvent exercer leur mission de suivi des installations nucléaires et d'information sans adopter, au-delà de l'examen des conséquences locales de la gestion du combustible, une approche globale de la gestion du combustible au niveau national voire international.

DÉCHETS RADIOACTIFS OU MATIÈRES VALORISABLES ? QUEL STATUT POUR LES MATIÈRES ISSUES DE LA GESTION DU COMBUSTIBLE USÉ ?

Le statut de matières valorisables ou de déchets radioactifs, des substances radioactives issues du fonctionnement des installations nucléaires, est sujet à discussion. En effet, le caractère valorisable n'implique pas que ces matières soient effectivement valorisées aujourd'hui ou dans un avenir très proche. D'ailleurs, lors du débat public de 2019 sur le plan de gestion des matières et déchets radioactifs des questionnements sont ressortis sur les réelles perspectives de réutilisation des matières.

Ainsi, **l'ASN a clarifié en octobre 2020¹ les conditions sous lesquelles une substance radioactive peut être considérée comme une matière valorisable :**

- » Une utilisation est prévue ou envisagée de façon plausible dans un horizon d'une trentaine d'années ;
- » Ces utilisations doivent reposer sur des hypothèses crédibles ;
- » La plausibilité de l'utilisation doit être considérée en regard des conditions techniques, économiques, sociopolitiques, de radioprotection et de sûreté nucléaire prévisibles ainsi que de l'adéquation entre les quantités de matières détenues et leurs flux prévisionnels de production et de consommation.

En outre, l'ASN a précisé que « **l'absence de perspective d'utilisation à l'horizon d'une centaine d'années doit conduire à requalifier [une] substance en déchet** ».

Enfin, pour les substances dont l'horizon des perspectives d'utilisation est compris **entre 30 et 100 ans, l'ASN a souligné la nécessité « d'anticiper [...] la gestion possible de la substance radioactive en tant que déchet ».**

La plausibilité du caractère valorisable de ces matières dépend alors d'un ensemble large de facteurs techniques et économiques qui doivent pouvoir être appréciés dans leur globalité et au regard des conséquences sur l'ensemble des installations nucléaires et des stockages.

L'ANCCLI recommande donc que le classement d'une substance radioactive en matière ou en déchet soit revu tous les 10 ans, au regard des choix stratégiques, des connaissances techniques et des coûts. Ceci implique donc la réversibilité du classement, une matière considérée comme déchet dans un contexte donné pouvant devenir une ressource ultérieurement, et vice-versa.

Dans le cadre de leur mission d'information du public et de suivi des activités nucléaires, les CLI et l'ANCCLI souhaitent être associées à cette revue en étant informées des enjeux associés au classement de chaque substance et des conséquences de son classement dans une catégorie ou l'autre.

1. Avis de l'ASN n° 2020-AV-0363 du 8 octobre 2020

LES CLI ET L'ANCCLI SOUHAITENT CONTRIBUER À LA TRANSPARENCE ET À LA COMPRÉHENSION DE LA POLITIQUE DE GESTION DU COMBUSTIBLE

Les décisions prises en matière de valorisation de substances radioactives ou de leur gestion en tant que déchets sont potentiellement porteuses de conséquences liées aux opérations de retraitement, à l'utilisation des matières retraitées mais aussi au transport, à l'entreposage et au stockage des matières et déchets radioactifs. Ces conséquences peuvent être d'ordre économique, environnemental ou concerner la sûreté nucléaire et la radioprotection des travailleurs et des populations.

L'ANCCLI estime donc particulièrement important de contribuer à la transparence et à la compréhension des décisions concernant la gestion du combustible nucléaire. En effet, la multiplicité des opérateurs impliqués (Orano, Framatome, EDF, CEA, Andra...) et la fluctuation des décisions publiques en matière nucléaire, nécessitent des efforts particuliers pour rendre la gestion du combustible nucléaire lisible, pour les citoyens et, ainsi, assurer une transparence qui contribue à la bonne anticipation des décisions prises en la matière.

Les choix concernant le statut des matières issues du retraitement du combustible usé relèvent d'un dialogue entre les détenteurs de ces matières et les autorités publiques. **Les CLI et l'ANCCLI entendent toutefois, dans le cadre de leur mission de suivi des installations nucléaires et d'information du public, être informées et consultées lors des grandes étapes décisionnelles** concernant d'éventuelles modifications du statut de ces substances.

Les CLI et l'ANCCLI envisagent d'exercer ce rôle de deux façons :

- » D'une part, en adressant un avis consultatif à l'ASN, dans le cadre d'une procédure ad hoc à imaginer ou à des instances existantes (par ex. le PNGMDR ou le HCTISN) ;

- » D'autre part, en assurant un rôle de facilitation de l'échange d'informations entre les parties prenantes (membres des CLI) et les acteurs institutionnels publics et privés du secteur nucléaire (exploitants des installations impliquées dans le « cycle » du combustible, IRSN, ASN, etc.), et d'information accessible au public.

Les CLI et l'ANCCLI peuvent notamment s'appuyer pour ce faire sur l'expertise dont elles disposent (au niveau local et au niveau de l'ANCCLI) et sur leur capacité à porter la voix de la société civile.

Les CLI et l'ANCCLI soulignent en particulier la nécessité que les informations concernant la gestion du combustible leurs soient transmises par les exploitants, l'IRSN et l'ASN le plus en amont possible, et en particulier avant que les décisions stratégiques soient prises. En effet, nombre de données en provenance des exploitants, de l'IRSN ou de l'ASN sur l'impact de la gestion du combustible, notamment sur les stocks de matières radioactives et leurs perspectives d'évolution, sont aujourd'hui couvertes par le secret industriel et commercial et ne sont donc pas disponibles. Ceci ne permet pas aux CLI et à l'ANCCLI d'exercer leur mission d'information et de suivi (notamment la conduite d'expertises indépendantes) sur la gestion du combustible, sujet d'intérêt majeur dans la mesure où il conditionne la sécurité de l'approvisionnement électrique du pays.

LES CLI ET L'ANCCLI S'ORGANISENT POUR ABORDER EFFICACEMENT LES QUESTIONS LIÉES À LA GESTION DU COMBUSTIBLE

La technicité des enjeux de la politique de gestion du combustible la rend difficile à appréhender de manière transversale et globale. L'organisation des CLI et de l'ANCCLI à un double niveau territorial et national constitue de ce fait une ressource précieuse pour se saisir efficacement des questions liées à cet enjeu.

L'ANCCLI entend ainsi proposer une coordination et un soutien méthodologique aux CLI souhaitant s'investir sur la question du combustible. L'ANCCLI appuiera en particulier la formation d'un groupe de travail national, préfiguré par le groupe ayant élaboré le présent Livre Blanc. Ce groupe de travail pourrait notamment aborder les questions suivantes :

- » L'élaboration d'un tableau de bord sur la gestion du combustible incluant une cartographie précise des flux et des stocks actuels et prévisionnels ainsi qu'une cartographie géographique du transport des matières radioactives ;
- » L'évaluation des conséquences (industrielles, sociales, économiques, environnementales, etc.) de l'éloignement de la perspective du développement de réacteurs à neutrons rapides et des possibles solutions de l'entreposage à sec.

L'ANCCLI propose également d'apporter un soutien méthodologique et une expertise scientifique et technique à de possibles initiatives d'une ou plusieurs CLI souhaitant

se saisir d'enjeux locaux relatifs au combustible.

En outre, un besoin de formation des membres des CLI est identifié, notamment pour les membres issus des collèges des élus et du collège des associations. L'ANCCLI entend donc organiser des formations générales et thématiques sur la gestion du combustible à destination des CLI afin de leur permettre de :

- » mieux appréhender les dossiers, aspect important du rapport des CLI avec les exploitants ;
- » mieux comprendre les ressorts des décisions des acteurs publics en matière de politique nucléaire ;
- » assurer un niveau de compréhension des enjeux suffisant pour assumer la mission d'information des membres des CLI.

EXPRESSIONS PERSONNELLES

L'ANCCLI a profité de la rédaction de ce Livre Blanc pour proposer aux rédacteurs qui le souhaitent de s'exprimer librement sur ce sujet majeur de la gestion du combustible nucléaire en France.

(Ces expressions personnelles n'engagent que leur auteur)

L'association EDA remercie l'ANCCLI de lui permettre de s'exprimer au sein de ce livre blanc dédié au combustible nécessaire à la production d'électricité par l'énergie nucléaire. En complément du contenu très pédagogique de ce document, nous souhaitons insister sur l'impact climatique des transports nécessaires à la gestion de leurs nombreux parcours.

Les extractions minières réalisées dans des pays lointains nécessitent déjà des camions jusqu'aux bateaux qui parcourent ensuite de longues distances, actuellement depuis le Niger, l'Australie, le Canada, le Kazakhstan ... En France, c'est en partie par rail mais surtout par route que s'effectuent les nombreux parcours des combustibles. D'abord les minerais doivent rejoindre divers lieux de transformations dédiés à la fabrication des combustibles premier usage destinés aux 56 réacteurs répartis sur l'ensemble du territoire. Environ dix ans plus tard, les combustibles usés après séjour en piscine de refroidissement au sein de la centrale où ils ont été utilisés, sont transportés à la Hague pour une nouvelle transformation en vue d'un deuxième usage. S'ensuivent les nouvelles rotations vers les réacteurs jusqu'à leur retour pour stockage provisoire à la Hague en attente du stockage définitif Cigéo prévu à Bure en Haute Marne avec de ce fait de nombreux futurs nouveaux besoins de transports.

Depuis la mise en service des premiers réacteurs, il serait intéressant de connaître le bilan des rejets de CO₂ lié à l'ensemble des trajets des combustibles. Leur périple est impressionnant d'autant que certaines « matières » ont été transportées jusqu'en Sibérie pour être valorisées avant de revenir vers la France via l'Allemagne pour reconditionnement.

Nos remarques se limitent aux enjeux transports à titre de complémentarité du propos de l'ANCCLI.

Cependant, il y a beaucoup à dire sur d'autres points :

› *Environnementaux* tels les impacts sur les milieux de vie lors des extractions minières dans les divers pays sollicités, en France ceux sur les rivières ou fleuves pour refroidir les réacteurs et diluer les rejets permanents. Sont aussi à dénoncer les importants rejets de radionucléides en mer, à la Hague, même s'ils répondent aux normes françaises en vigueur.

› *Financiers* : coûts de maintenance et de réparations des « vieux réacteurs », investissements pour la construction interminable du premier EPR et ceux à prévoir pour les nouveaux EPR-2, coûts apparemment sans limites assumés par les contribuables en plus de ceux de leurs consommations individuelles.

Lors des vœux 2023, le président Emmanuel Macron a confirmé la construction de plusieurs réacteurs nucléaires nouvelle génération dits EPR-2 pour produire de l'électricité à l'horizon 2035/40.

Le débat public concernant les deux premiers prototypes prévus en Normandie sur le site de Penly avait lieu jusqu'au 27 février 2023. Bien avant la fin du débat et donc la parution du rapport des garants de la Commission Nationale du Débat public, la décision présidentielle unilatérale et arbitraire a été prise pour accélérer les étapes conduisant au démarrage de leur construction en limitant notamment les expertises liées aux impacts environnementaux. S'en sont suivies les confirmations de la construction de deux EPR2 à Gravelines malgré les risques de submersions marine et d'eau douce par l'intérieur des terres et deux à Bugey malgré les risques sismiques pouvant concerner la rupture du barrage de Vouglans dans le Jura.

Trop de points ne sont pas encore assez précis comme la future composition des combustibles par exemple. Réussir à refuser ces nouveaux projets lors des enquêtes publiques à venir semble largement compromis et pourtant les arguments ne manquent pas.

Anita VILLERS - Association EDA

Les aspects techniques évoqués dans ce livre blanc

Ce livre blanc présente l'ensemble des difficultés rencontrées actuellement sur les installations de traitement des combustibles :

- › problème d'anticipation des flux (saturation des piscines),
- › défaillance de matériel (corrosion évaporateurs d'Orano La Hague),
- › modification de procédé générant des rebuts (voie sèche du MOx),
- › conjoncturelle (interruption des échanges avec la Russie),
- › exploitation des ressources naturelles et leur conséquences environnementales.

En ce qui concerne le long terme, le document rappelle le vide créé par l'abandon du projet ASTRID alors que l'objectif d'atteindre la fermeture effective du cycle repose sur l'utilisation de réacteurs à neutrons rapides. Ce point aurait mérité d'être approfondi, car l'absence d'une filière adaptée constitue effectivement le chaînon manquant du recyclage et reste en attente d'un choix technologique majeur.

La notion de « fermeture » du cycle achoppe en particulier sur l'accumulation du MOx usé non recyclable, point d'accumulation du Plutonium non fissile (en REP) et des actinides mineurs.

La récupération/consommation de l'isotope fissile de plutonium 239 associé à de l'uranium appauvri dans le MOx, est de l'ordre de plusieurs t/an et permet l'économie annuelle d'environ 10% du combustible, (une centaine de tonnes/an). Ces flux recyclés restent faibles mais démontrent néanmoins la réalité d'un premier niveau de recyclage.

Par ailleurs, de nouvelles technologies en cours de développement dans le monde (Chine, Inde, USA...) étudient la faisabilité d'un recyclage significatif des matières.

Une période transitoire jusqu'en 2035 : priorité au rétablissement des flux de traitement des installations

Les actions correctrices associées aux difficultés citées précédemment, ont été identifiées et engagées (opérations de maintenance sur les évaporateurs, retour à un procédé éprouvé pour le MOx, optimisation des entreposages et construction d'une piscine à l'horizon 2035...). Cette remise à niveau, prioritaire pour stabiliser le cycle, se déroulera donc sur une dizaine d'années, sans modifications fondamentales des procédés de retraitement.

Des leçons à tirer de l'abandon du projet ASTRID

Depuis les années 70, et pendant plusieurs décennies la filière « rapide » avait été anticipée et menée jusqu'au stade de démonstrateur industriel, avec les réacteurs Rapsodie, Phénix, et Superphénix. Elle fut stoppée en 1997 sur décision gouvernementale, relancée en 2010 avec le projet ASTRID et de nouveau abandonnée en 2019 en argumentant de la disponibilité de réserves d'uranium (implicitement, la fonction « incinérateur » de déchets n'était donc pas prioritaire). Les décisions successives contradictoires sont peu compatibles avec un développement technologique qui demande un soutien continu sur une longue période.

De plus, la filière industrielle qui aurait intégré cette famille de réacteurs était peu décrite (nouvelles installations de retraitement, taux de recyclage attendu à terme sur un parc incinérateurs, rendement, proportion résiduelle de déchets ultimes ...). Ces

données n'étaient effectivement pas utiles pour l'évaluation du prototype lui-même, mais indispensables pour évaluer l'efficacité d'une filière industrielle complète.

Des exigences croissantes du public

- › les exigences de sûreté ne pourront que croître vis à vis de risques d'accident.
- › les déchets et les ressources :
 - › La limitation de l'exploitation des ressources naturelles en y substituant des matières recyclées a été évoquée très tôt dans l'industrie nucléaire.
 - › Sur l'amont, le stock d'uranium appauvri disponible constitue une ressource potentielle quasi inépuisable (un cycle « idéal » finirait par ne plus utiliser les ressources minières d'uranium...).
 - › Sur l'aval, la plupart des étapes complexes et imbriquées du recyclage ont bien été mises en œuvre et démontrées à échelle expérimentale ou industrielle (retraitement des assemblages « rapides » et MOx usés, ré-enrichissement URT...).
 - › Des étapes incontournables non engagées à ce jour (réacteurs rapides et unités de conversion adaptées) limitent considérablement la fermeture « quantitative » du cycle. L'autre frein au recyclage est financier : la balance des coûts [recyclage « déchets »] / [ressources minières] a poussé jusqu'à présent à poursuivre l'exploitation de ces dernières.

L'opportunité d'une réflexion globale sur des procédés innovants

Les plans d'actions en cours (piscine combustible en 2035, ...) et l'abandon du RNR ASTRID, reportent les échéances de choix fondamentaux pour les 10 ans à venir. Ce délai offre l'opportunité de lancer une réflexion élargie sur les orientations technologiques les plus pertinentes à retenir parmi les concepts émergents (RNR avec caloporteur non réactif, hybrides ADS...)

Nécessité de planifier les objectifs à long terme (après 2030)

Les décisions successives prises dans le passé pour les réacteurs rapides ont montré que les choix techniques courent à l'échec s'ils ne sont pas intégrés de manière détaillée dans une approche globale, aussi consensuelle que possible.

Un programme de relance devrait :

- › vérifier la cohérence avec la PPE et la politique énergétique (cf. préconisation de fermeture anticipée (?) de réacteurs 900 MW moxables), avec le futur parc EPR et son exploitation (taux de chargement MOx), etc.
- › aboutir à un cahier des charges suffisamment partagé, limitant les remises en question tardives,
- › décrire la stratégie globale visée (parc réacteurs électrogènes d'une part et réacteurs incinérateurs d'autre part)
- › fixer des objectifs (taux de diminution des déchets, optimisation des cycles),
- › imposer des principes de base (sûreté intrinsèque, contraintes environnementales...)

Une telle démarche, menée par l'ensemble des responsables concernés permettrait d'élaborer entre experts et public la vision d'un cycle du combustible pérenne.

Jacques BONNETAUD - SFEN LRVR

Maintenir le mythe du recyclage à tout prix

L'industrie nucléaire se veut vertueuse en promettant un recyclage de 96% des matières valorisables contenues dans les combustibles usés. Mais, après plus de cinquante ans de développements industriels, elle ne recycle que le plutonium, et qu'une seule fois, sous forme de combustibles MOx. Cela représente moins de 1% de ce qui sort des centrales nucléaires. Quant à l'uranium de retraitement (URT), qui représente à lui seul 95% des matières prétendument valorisables, il n'est pas recyclé. Par le passé, une toute petite partie de cet uranium de retraitement a été envoyé en Russie pour y être réenrichi avant d'être réutilisé dans la centrale de Cruas dans la Drôme, l'uranium de retraitement appauvri restant sur place. En 2013, EDF a dû mettre fin au contrat pour des raisons environnementales : les effluents produits lors de la purification de l'uranium étaient directement injectés dans le sol... Bilan : à peine 2% de l'uranium extrait des combustibles nucléaires français lors des opérations de retraitement ont été recyclés à ce jour. Dans les années 1980, la « Commission Castaing » avait déjà souligné le peu d'intérêt que représente le recyclage de cet uranium de retraitement qui pose aussi des problèmes de radioprotection et contamine les installations de conversion et d'enrichissement.

Pour sauver le mythe du recyclage, EDF a signé un nouveau contrat de 600 millions d'euros avec la Russie en 2018. Et, cette fois-ci, les effluents issus de la purification de l'uranium français devraient être vitrifiés. Le premier chargement dans un réacteur de Cruas est prévu pour 2023. L'invasion de l'Ukraine n'a en rien altéré les plans de la compagnie et une cargaison est arrivée discrètement à Dunkerque le 28 novembre 2022. Greenpeace a permis sa médiatisation.

Les exactions et les crimes de guerre commis par la Russie en Ukraine n'ont pas remis pas en cause les liens avec Rosatom, et sa filiale Tenex, le partenaire russe d'EDF qui réenrichit l'uranium de retraitement. L'entreprise d'Etat russe en charge du complexe militaro-industriel nucléaire, est pourtant directement associée à la prise en otage de la centrale nucléaire ukrainienne de Zaporijjia. Mais, si EDF rompait ses contrats avec Rosatom, c'en serait fini du recyclage de l'uranium qui devrait alors être classé en déchet ultime. Alors, entre l'Ukraine et le mythe du recyclage, EDF a choisi. L'industrie nucléaire se comporte donc comme les industries fossiles.

Une saturation qui menace l’approvisionnement électrique du pays

L’industrie nucléaire risque l’occlusion intestinale avec la saturation prochaine des entreposages de combustibles usés et de rebuts de MOx. Les retards conséquents d’EDF menacent l’approvisionnement électrique du pays.

La piscine centralisée prévue ne sera opérationnelle qu’en 2034, au plus tôt, alors que la saturation est anticipée depuis très longtemps à l’horizon 2030. Les problèmes de Melox ont accéléré les risques de saturation qui pourrait intervenir dès 2024 en cas de situation particulièrement dégradée. EDF a donc au moins dix ans de retard avant même d’avoir lancé les travaux de construction !

Il est donc impératif de maintenir une marge suffisante dans les entreposages actuels pour pouvoir faire face aux aléas en réduisant la production de combustibles UNE usés.

Une filière sans avenir

La France est, avec la Russie, le dernier pays à retraiter les combustibles usés, le Royaume-Uni ayant arrêté en 2020. L’usine de retraitement de Rokkashô-mura au Japon, accuse plus de 25 ans de retard. Et comme il n’y a presque pas de débouché pour le plutonium, elle tournera au ralenti si l’exploitant arrive à la mettre en service.

Alors que la poursuite ou non du retraitement en France se pose à l’horizon 2040, les usines de La Hague arrivant en fin de vie, le maigre bilan en termes de taux de recyclage n’est pas en faveur de la poursuite. Le vieillissement des installations actuelles augmente le risque d’aléas, sachant que les fragilités intrinsèques de cette industrie menacent l’approvisionnement électrique. Il est donc urgent de mettre en place des alternatives pour faire face aux pannes, en construisant des entreposages supplémentaires sur les sites où sont envisagés des EPR2. Étant donnés les coûts et les délais de construction d’une nouvelle usine, ces entreposages seront utiles, même si la poursuite du retraitement était décidée.

Point de vue de l’ACRO

La stratégie retenue par la France permet de réduire l'utilisation d'uranium naturel, de réduire le volume des déchets produits ainsi que les besoins d'entreposage du combustible usé.

*Cette stratégie consiste à utiliser l'uranium restant dans le combustible déchargé ainsi que le plutonium créé dans celui-ci. Ces produits ne sont pas considérés comme des déchets mais comme des **matières valorisables**, ceci permet une économie d'environ 15% des ressources naturelles de minerai d'uranium.*

Deux types de recyclage de ces combustibles peuvent être utilisés : dans les réacteurs rapides et en fabriquant du combustible MOx.

Dans les réacteurs rapides, l'utilisation de l'uranium appauvri ainsi que du plutonium créé dans les REP existant, donne une autonomie complète vis-à-vis des ressources naturelles. En effet, dans ce type de réacteur l'uranium 238 est largement consommé (ce qui donne pour la même quantité de minerai initial au moins 50 % de plus d'énergie produite), également une réduction du stock de plutonium ainsi qu'une réduction du stock de déchets, principalement les actinides mineurs.

*L'abandon de cette filière par les différents gouvernements Français est plus que regrettable, cette filière permettant de fermer le cycle du combustible. **La France a été pionnière** de cette filière avec les réacteurs Rapsodie, Phénix et Super Phénix, arrêté pour des raisons politiques et électorales. Les autres pays (USA, Russie, Chine) eux, n'ont pas abandonné cette voie.*

Il serait impensable que, dans le futur, nous serions dans la nécessité d'acheter des réacteurs rapides à l'un de ces pays....

Il convient de revoir cette politique le plus rapidement possible afin de nous permettre de rester l'un des leaders dans cette filière.

A défaut de l'utiliser dans des réacteurs rapides, la France s'est tournée vers l'utilisation du plutonium dans un nouveau type de combustible, le MoX (Mixed oxyde fuel), celui-ci n'est utilisé actuellement qu'une seule fois (mono recyclage) dans les réacteurs de 900 MWe.

Il est donc important de poursuivre les études permettant d'utiliser ce plutonium dans les réacteurs 1300MWe ainsi que la possibilité d'un multi-recyclage.

En ce qui concerne les déchets de haute et moyenne activité à vie longue, une solution opérationnelle existe, le stockage définitif dans une couche d'argile située à – 500 mètres, stable sismiquement depuis des millions d'années, avec la possibilité de réversibilité et de retrait pendant un siècle, si une solution plus performante apparaissait disponible.

Cette solution (Projet Cigéo) est robuste, reconnue internationalement, a fait l'objet de 20 ans de recherches (suivies par l'ASN) au Laboratoire de BURE, permettant de quantifier la tenue de l'argile aux radiations, la migration des déchets dans celle-ci, etc.

Nous disposons donc, dès maintenant, d'une solution sûre pour ce type de déchets nucléaires.

Donald BERQUEZ - SFEN - membre de la CLI de Gravelines

Le cycle du combustible nucléaire, son suivi, son coût et les conséquences environnementales sont des éléments indispensables pour la bonne compréhension par le public pour envisager, à long terme, des choix citoyens cohérents. Ce livre blanc, même si certains passages peuvent paraître complexes se veut une aide à la réflexion collective.

Depuis trop longtemps, le manque de transparence dans le secteur nucléaire, masque une vision claire pour la population des conséquences politiques, sociales, environnementales et économiques de cette option énergétique française.

Quelle compréhension réelle avons nous sur les coûts, les moyens de production, les raisons profondes de l'utilisation du nucléaire et surtout les conséquences à long terme de tous ces combustibles usés et de la gestion globale des déchets engendrés ? Quelles solutions de stockage pour les générations futures sur des milliers d'années, voire plus ?

L'exemple du Mox est significatif ; comme nous produisons trop de plutonium, on intègre 8,5% de ce dernier avec de l'uranium pour élaborer un produit plusieurs milliers de fois plus radioactif que le combustible classique et 5 à 7 fois plus radiotoxique. Un produit dont le contrôle est plus délicat, provoquant une augmentation du danger pour les personnes, au sein des structures et à l'extérieur, et une amplification des risques pour l'environnement en cas d'accident.

Il faut noter que l'accumulation du plutonium (1 MW jour nucléaire crée 1 gramme de plutonium) est nettement plus rapide que la consommation potentielle. De plus, l'Autorité de Sûreté Nucléaire souligne : « Il est indispensable qu'une partie substantielle d'uranium appauvri soit requalifiée dès à présent en déchets. » Quel coût pour ces stockages futurs et dans quelle condition ?

Pourtant les études comparatives ne démontrent en rien l'intérêt économique certain du nucléaire civil, d'autant que le rendement entre le rapport énergie secondaire produite sur énergie primaire nécessaire est d'environ 33%. Les évolutions du climat, les canicules et les pénuries d'eau vont, sans doute, complexifier le fonctionnement des centrales nucléaires dont le besoin d'eau est crucial, 15 milliards de m³ d'eau douce de surface sont prélevés uniquement sur les centrales situées sur les grands fleuves.

Nous sommes face à une problématique où le manque d'anticipation est flagrant. La seule réponse politique donnée actuellement est une fuite en avant vers toujours plus de nucléaire.

Souhaitons que ce livre blanc aide à une réflexion constructive et éclaire nos concitoyens sur les enjeux posés pour demain.

Patrick ROYANNEZ - France Nature Environnement

Ce texte est publié de façon posthume. Christian DESGRANGES, décédé le 16 janvier 2023, n'a pas pu relire la dernière version de sa contribution qui a été légèrement corrigée par l'équipe de l'ANCCLI et mise en forme.

Le Président et l'équipe de l'ANCCLI rendent hommage à Christian qui participait activement aux travaux de l'ANCCLI et le remercie pour son implication, les discussions entre deux réunions et sa sollicitude avec l'équipe de l'ANCCLI.

Le cycle du combustible : Contribution d'un Ingénieur citoyen

Vouloir interroger la notion de cycle pour la supprimer, n'apporte pas grand chose au débat, sous prétexte que le combustible ne se trouve pas en France métropolitaine.... Ce n'est pas le seul, pas de gaz, pas de pétrole ...

Le cycle d'un moteur thermique souffre du même défaut, l'essence ou le Gasoil ne se trouve qu'en sortie de raffinerie et les rejets gazeux sont respirés par tout le monde.

Le contenu du livre blanc propose des explications sur le cycle et ne prétend pas afficher toutes les vérités de toutes les parties. Néanmoins, ce cycle reste complexe et est variable. L'utilisation du plutonium dans les combustibles MOx fait partie des variables possibles, comme l'enrichissement ou l'irradiation des assemblages combustible en cuve, ou le retour après leur abandon – en France pour le projet ASTRID – à des Réacteurs à neutrons rapides dits de 4ème génération, qui doivent d'ailleurs voir le jour en Russie (la Russie exploite actuellement Beloyarsk BN600 et BN800) et en Chine, ou sous la forme d'AMR dans divers pays, y compris avec des projets potentiels en France.

On peut rappeler quelques points sur la nature et la composition du combustible nucléaire, qui évolue pour diverses raisons en France :

- › *soit pour démarrer les divers réacteurs, un cœur de démarrage est différent des suivants,*
- › *soit pour les exploiter en maintenant l'enrichissement constant (gestion 1/3 de cœur),*
- › *soit pour augmenter la durée du cycle en augmentant l'enrichissement donc l'irradiation, jusqu'à la cible souhaitée de la durée du cycle (gestion 1/4 de cœur),*
- › *soit en y introduisant du MOx (Fin des années 1980 pour le 900 MWe),*
- › *soit pour compenser la « perte » d'efficacité du Pu liée au MOx d'où une augmentation graduelle de l'enrichissement dans la limite technologique des matériaux constituant les gaines.*

*Certains pays ne font que les 2 premières options et se contentent de stocker le combustible sans retraitement laissant la difficulté aux générations futures, au contraire d'une **gestion responsable française, qui vise à recycler, et à avoir une solution de stockage, scientifiquement éprouvée et démocratiquement approuvée.***

Autre point, l'utilisation de MOx fait complément à la filière à Neutrons rapides (RNR) initiée en parallèle des Réacteurs à Eau Pressurisée. (REP). Sans retraitement, le combustible « encombre » tous les pays.

Les coups d'arrêts de la filière à neutrons rapide (Superphénix, Astrid, ...) sont dus à des décisions purement politique, une instabilité par ailleurs notée dans ce document, mais qui au final porte préjudice à la fermeture de ce cycle, et subséquemment au recyclage, à la préservation de l'environnement, et à la lutte contre le changement climatique. Il est dommage que l'ANCCLI ne demande pas les effets attendus si tous ces projets (multi-recyclage, réacteur de génération 4) étaient mis en place.

En tant qu'ancien exploitant de ces deux filières (Ingénieur cœur combustible ou service technique), les activités de divergence de Flamanville 1 et 2 (cœurs de démarrage), d'exploitation de Superphénix, de divergence de Saint-Laurent-des-Eaux B1 et B2 avec MOx évolutif et de gestion du combustible m'ont appris que toute l'exploitation était gérée y compris les matières nucléaires en grammes et surveillée, et non laissée à l'abandon.

Christian DESGRANGES, membre CFE CGC de la CLI de Saint Laurent des Eaux et du collège syndical de l'ANCCLI

ANCCLI

226 Chemin de Belluc, 82 000 MONTAUBAN, France

E-mail : yveslheureux@anccli.org

Site Internet : www.anccli.org

Tous droits réservés ANCCLI

Credits des photos de couverture : Orano (1ère) &
Noak/Le Bar Floréal/Médiathèque IRSN (4e)

