

LA GAZETTE NUCLEAIRE

Prix : 6 € • Abonnement (1 an) :
France : 24 €
Étranger : 30 €
Soutien : à partir de 30 €

Publication du Groupement de
Scientifiques pour l'Information sur
l'Énergie Nucléaire
(GSIEN)

46^{ème} année
INSS 0153-7431
Trimestriel
Août 2022

297

COMBUSTIBLES IRRADIES : NOUVELLE PISCINE de LA HAGUE ou ENTREPOSAGE à SEC ?

EDITORIAL

14-20 : ce n'est pas un score de rugby ! Pendant que les candidat.e.s à l'élection présidentielle se disputaient sur le nombre de réacteurs à construire, la gazette s'est penchée quant à elle sur un risque moins médiatique qui peut s'avérer fatal pour la filière nucléaire : le risque d'occlusion. En effet, la France est en passe d'être submergée par les combustibles irradiés produits par ses centrales nucléaires faute de capacités suffisantes d'entreposage et/ou de stockage de ces déchets hautement radioactifs.

Il convient à ce stade de préciser qu'au-delà des multiples problèmes liés aux conceptions, fabrication, organisation, malfaçons, mensonges, falsifications... nous nous heurtons après six décennies de déni face aux déchets nucléaires à un pronostic réputé dramatique dans le milieu médical : l'occlusion intestinale !

Rappelons-nous des déclarations de M. Raymond Barre, alors premier ministre sous la présidence Giscard d'Estaing, au journal télévisé de 20h : « dans 10 ans nos chercheurs auront trouvé la solution au problème posé par les déchets nucléaires ». Citons aussi le moratoire sur les déchets nucléaires décidé dix ans plus

tard par Michel Rocard (fils de Yves, ce qui prête à penser qu'il en connaissait un rayon).

Vient ensuite la saisine du parlement, pardon, de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST), qui aboutira en 1991 à une première loi dite loi Bataille, du nom du député qui la proposa et qui demandait la création de laboratoires en vue de l'enfouissement des déchets les plus dangereux.

Ce premier épisode législatif fut suivi en 2005 d'un débat public qui, négligeant les remarques des citoyens, aboutit à une seconde loi qui fit disparaître le « s » de laboratoire non sans provoquer une émotion certaine chez les heureux élus du site de Bure retenu pour poursuivre les recherches.

Depuis, une autre consultation fut organisée en 2015 qui vit apparaître une autorisation d'étudier la mise en place d'une phase pilote à la construction d'un gigantesque site d'enfouissement à cheval sur les départements de la Meuse de de la Haute-Marne sur les communes de Bure et de Mandres-en-Barrois. En bref, la décision semble prise de commencer les trous pour autre chose

SOMMAIRE

Éditorial	
Projet de piscine à La Hague	4
Le point avec JC Zerbib	4
Dix questions (Ouest-France)	5
Un mur de déchets (La Tribune)	6
Situation alarmante (ACRO)	8
Dossier GSIEN - Occlusion "combustinale"	10
Fragilités du « cycle » (ASN)	10
Analyse GSIEN	11
Densification piscines actuelles	11
Entreposage à sec	12
Augmentation du MOX	17
Recyclage combustible en panne ? (Reporterre)	19
Synthèse réunion HCTISN	21
Le cycle du combustible (GSIEN)	24
Vu par EDF	25
Vu par l'ASN	25
Abandon du retraitement ? (ASN)	26
Arrêt du retraitement à Sellafield (World nuclear news)	27
Dépendance de la France en Russie (Reporterre)	27
Lettre ouverte à Greta Thunberg	28

www.gazettenucleaire.org
Email : contact@gazettenucleaire.org

Abonnement, courrier, soutien :
GSIEN – 2 Allée François Villon
91400 ORSAY

qu'un laboratoire expérimental en vue d'y enfouir à un peu moins de 500 m sous terre les déchets radioactifs **dits de** « haute et moyenne activité à vie longue ».

Revenons au problème d'occlusion. Vers le début des années 2000 l'alerte était lancée sur ce problème. Dix ans plus tard, l'ASN recommandait à EDF de se presser sur un projet d'entrepôt pour palier le problème. Nous avons choisi pour étayer cet éditorial de laisser la parole à de jeunes habitants du Cotentin qui nous ont transmis leur prose pour présenter la situation dans le Nord-Cotentin, le site de La Hague semblant être retenu par EDF pour un projet d'entrepôt sous eau.

Merci à nos descendants d'être ainsi venus mettre un peu de poésie sur ce sujet épineux.

Jean-Claude

Aux habitants de la Hague

Depuis que l'on a commencé la mobilisation, la phrase qu'on entend le plus c'est « *quoi qu'il arrive, quoi que vous fassiez, ils vont faire la piscine, c'est joué d'avance* ».

Bizarrement, rarement l'on entend des gens dire : *Oui, moi j'ai envie que la piscine se fasse ici, je ne m'inquiète pas du tout, je défends deux cents pour cent l'industrie nucléaire, je veux absolument prendre encore plus de déchet sur la presqu'île.*

Non, la seule chose qu'on entend, c'est « *c'est comme ça, on n'y peut rien* ».

Alors, en tant que jeune, on ne peut pas accepter que notre avenir ne soit pas entre nos mains, qu'on ne puisse pas avoir un mot à dire sur un projet qui nous engage sur 100 ans.

Et en réalité cet argument défaitiste, le « *tout est joué d'avance* », loin de jouer contre nous, il nous renforce. Parce que c'est bien ça que dénonce le collectif depuis le début de la mobilisation.

Au nom de quoi la construction d'un tel projet, qui engage l'avenir de la presqu'île et de ses habitants pour des décennies, viendrait s'imposer comme une fatalité ?

C'est bien ça le problème, c'est le caractère antidémocratique d'un tel chantier, et celui de la filière de manière générale.

Comment on en est arrivé là ? Comment on en est arrivé à devoir faire passer ce genre de projet dans l'urgence ? Et comment surtout on a réussi à mettre dans la tête des populations, qu'ils n'avaient pas leur mot à dire ?

Dans le coin on dirait qu'on parle de l'industrie nucléaire comme de la pluie et du beau temps, ça nous tombe dessus et on ne peut rien y faire.

Le fatalisme, il fait partie de la sagesse des ruraux, de ceux qui savent que certaines choses de la nature leur échappent et qu'on doit nécessairement accepter certaines contraintes, qu'on doit faire au mieux avec.

Eh ben là-haut, y'a des gros malins chez les ingénieurs et les politiciens,

qui ont réussi à nous faire croire que c'était la même chose pour la filière nucléaire.

Et c'est notre rôle je crois, en tant que collectif de convaincre et de montrer que ça c'est des conneries, que les milliers de tonnes de déchets qui vont nous tomber sur la tête, dépendent de choix politiques. De la mauvaise gestion du problème des déchets par EDF, et de leur mépris de la population et de la démocratie.

Comment on en est arrivé là ? Comment ils ont réussi à ancrer au plus profond des habitants de la Hague, que *l'avenir de leur presqu'île ne leur appartenait pas* ?

J'entends même des habitants dire « *le site est déjà pourri, autant les mettre là les déchets* ». Comment en est-on venu à s'accepter comme une population sacrifiée ?

En réalité c'est un travail de fond qu'a fait l'industrie nucléaire, depuis des décennies. Dès l'implantation du site, on a bien fait comprendre aux élus et aux populations qu'ils n'avaient pas leur mot à dire.

Le coup de *l'usine de casseroles*, de la réunion en pleine nuit pour annoncer aux maires la construction de l'usine, tout ça découle d'un réel mépris des technocrates, pour des habitants qu'ils estiment incapables de comprendre les enjeux. Et tout juste bons à travailler sans rien dire.

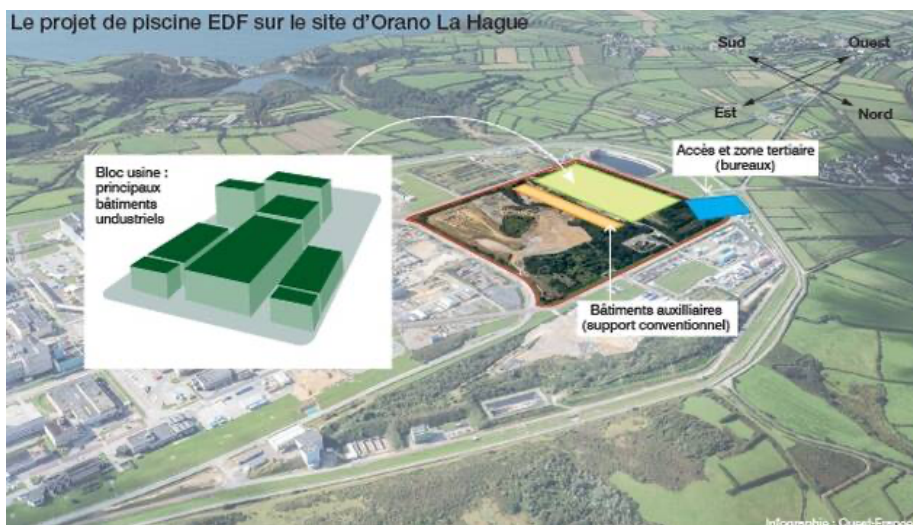
Alors comme on disait l'autre jour : la jeune génération de la Hague, elle sait qu'elle doit faire avec un héritage compliqué, que les déchets que vous nous transmettez, ils ont choisi une partie de notre futur à notre place.

On sait que l'on va devoir vivre avec pour longtemps, qu'on doit s'en occuper, et qu'il faudra les léguer à nos enfants. Pour le coup, ça c'est écrit, ce qui est fait est fait, c'est pour cela qu'on ne cesse de répéter qu'il ne s'agit pas d'un débat *pour ou contre* le nucléaire, et que ça ne viendra pas à l'idée des membres du collectif de faire jouer les gens qui bossent là-bas, contre les autres.

On sait que c'est là, et qu'il faut s'en occuper.

Mais le futur lui, il n'est pas écrit.

Et ce dont hérite aussi la jeune génération de la Hague, c'est de cette *résignation*, de toute cette histoire, de toute la mémoire des dignités bafouées, des renoncements, de ces



Source, [Ouest France](#)

gens qu'on a méprisés, des fiertés paysannes qu'on a piétinées. C'est tout ça qui s'incarne dans ce fatalisme, si répandu, des gens d'ici.

Seulement voilà, cette fois ci, **ça ne passe pas**, aujourd'hui on se réjouit de voir que contrairement à ce qu'ils pensaient là-haut, rien n'est jamais écrit d'avance.

Qui aurait dit que l'on serait des centaines à élever la voix cette fois ci ? Certainement pas eux. Eux qui pensaient, une fois encore, dérouler les vieilles méthodes, faire passer ça en douce, avec des arrangements de coin de table.

Alors, en tant que jeunes, on n'a pas envie de faire jouer une génération contre l'autre, parce que l'on sait, comme la lecture de l'article de 1967 (voir ci-dessous) vient nous le montrer, qu'au fond les habitants d'ici ont toujours su garder dans un coin d'eux-mêmes une certaine fierté, un certain amour pour la presqu'île, et surtout une certaine sagesse. Une sagesse qui sait la valeur de l'héritage et de la transmission de la terre.

Partout, dans toutes les sociétés, on sait que le bien le plus précieux qu'on reçoit de nos parents et qu'on doit léguer à nos enfants, c'est la terre, que soigner la terre c'est prendre soin des valeurs dont on a hérité et de celle qu'on veut transmettre, on la bonifie on la soigne, parce que l'on sait que nous ne sommes que de passage sur ce bout de terre et que sans elle on n'est rien. Qu'elle nous appartient autant que nous lui appartenons.

C'est ça le vrai fatalisme, la vraie sagesse des gens de la terre, celui qui sait que l'on n'est rien sans elle.

Et certainement pas celui qui pense que l'on peut impunément saccager le travail des anciens et l'avenir des jeunes !

La Hague, poubelle de la France ?

A la fin de l'année 1967, le bruit court dans la Hague que la société Infracome a l'intention de stocker à Digulleville tous les déchets radioactifs issus des centrales nucléaires françaises. Une décision contre laquelle toute la région, élus en tête, s'oppose unanimement. Il n'est pas question que la Hague devienne le **"dépotoir atomique"** du pays. Et il n'est pas question non plus de céder au chantage exercé par Infracome : accepter les déchets ou voir l'expansion de l'usine stoppée nette. A suivre.

La Presse de la Manche (fin 1967)

Une fois encore, on a envie de poser la question aux habitants de la Hague. *Qu'est-ce que vous voulez pour la presqu'île ?*

De l'argent, il y'en a ! Du boulot, il y'en a ! La question qui est censée être abordée dans la concertation publique c'est « Est-ce que vous voulez encore des déchets » ? Est-ce qu'encore une fois, on ne prend pas soin de notre terre commune, on la laisse aux mains des géants de l'industrie ?

Avant l'usine il y avait des paysans, des pêcheurs, des commerçants, des artisans, tout ce que vous voulez, qu'ils ne nous fassent pas croire que c'était un désert ici. Encore aujourd'hui, on a une activité parallèle qui résiste dans le respect de l'environnement. Est-ce qu'on sacrifie ça une fois de plus ?

Moi, j'ai envie de croire que c'est comme la petite fleur qu'on a mis sur le tract, parce qu'elle est menacée par le futur chantier, la *centorium portense*, petite mais bien *"roguu"* [solide, résistante, en patois normand] : plus on la fauche, plus elle repousse.

Ils n'arriveront jamais à se débarrasser complètement de nous. Ils aimeraient bien pourtant, foutre ici tout ce qui dérange ailleurs, et que ceux qui ne sont pas content se barrent. *Mais ils n'y arriveront jamais tout à fait.*

En tant que jeune, on ne dira jamais que tout est foutu. On a envie d'habiter là longtemps, et le mieux possible.

On ne choisit pas de ce dont on hérite, mais on peut aller y chercher certaines choses et pas d'autres, pour nous aider à construire notre futur, ce qu'on veut retenir de toute cette histoire c'est donc cet amour des gens pour leur terre, la conscience de tout ce qu'on lui doit, et puis la colère contre ceux qui ne la respectent pas, c'est tout ça qu'il

faut faire remonter, revenir à la vie, pour qu'on puisse choisir et construire ensemble un avenir pour la Hague, un avenir qui ne soit pas décidé dans un cabinet parisien et qui ne soit pas condamné par l'incompétence d'EDF.

Ensemble faut que l'on aille déterrer la mémoire des résistances vaincues, le souvenir des orgueils perdus et le sentiment d'attachement qu'ils nous ont fait oublier.

Parce qu'à ce moment-là, et quoi qu'il arrive de ce projet de piscine, on pourra dire que l'on n'a pas tout perdu, et qu'ils ne pourront jamais tout enterrer.

Des jeunes habitants de La Hague

Nous souhaitons dans ce numéro rendre hommage à **Yves Le Gal**, disparu en 2020, dont nous avons appris le décès dans l'excellente revue « *Penn ar Bed* ». L'engagement militant d'Yves Le Gal résulte de la conjonction de trois facteurs au milieu des années 1970 : le lancement du projet gouvernemental de construction de centaines de centrales nucléaires en 1974, la publication plus tard la même année des sites envisagés par EDF (dont plusieurs en Bretagne : le Pèlerin, Erdevén, Plogoff, Ploumoguer, Quimaëc et Tréguennec) et son appartenance au collège de France avec la direction de la station marine de Concarneau. L'ampleur du plan gouvernemental suscite des inquiétudes chez nombre de physiciens dont Marcel Froissart qui dénoncent en 1975 dans l'appel des 400 la sous-estimation des risques présentés par les industriels avant de fonder le GSIEN avec lequel il commença à participer aux travaux.



Une des 4 piscines actuelles de La Hague

REUTERS/Benoit Tessier

Projet de nouvelle piscine à la Hague

En 2020, le projet de piscine d'entreposage centralisée envisagé sur le site nucléaire de Belleville sur Loire est annulé grâce à la mobilisation de la population et d'élus. EDF annonce désormais l'implantation d'une piscine d'entreposage centralisée de combustibles irradiés sur le site de l'usine ORANO de La Hague... dans le Nord Cotentin, la poubelle nucléaire de la France. La décision semble arrêtée avant tout débat avec les citoyens et les élus : selon M. Cédric Lewandowski, Directeur exécutif d'Électricité de France relevé par le journal Ouest-France (23/02/22) : « *Nous allons construire une nouvelle piscine centralisée, d'ores et déjà programmée à la Hague, comme EDF s'y est engagé[e] dans le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), qui sera sous la responsabilité d'EDF sur le site d'Orano. Notre meilleure prévision possible est une disponibilité à compter de 2034* ». A ce propos, le GSIEN et Global Chance ont alerté Mme Chantal Jouano, Présidente de la Commission nationale du débat public (CNDP).

Une nouvelle piscine à La Hague - Pourquoi ?

Une histoire de multiples refus de la réalité

ZERBIB Jean Claude, Global Chance février 2022

Une petite histoire du retraitement

- L'objectif unique du retraitement était d'obtenir du plutonium pour un usage *militaire*. Les combustibles UNGG retraités à Marcoule (UP1 [Usine plutonium 1]) avaient produit 80 à 100 fois moins d'énergie que ceux retraités aujourd'hui à La Hague.
- 1961, le CEA décide de créer une autre usine (UP2) afin d'assurer un relais en cas de problème à Marcoule. Le choix se porte sur La Hague pour plusieurs raisons.
- En 1967, l'usine UP2 est mise en actif avec sa station de traitement d'effluents radioactifs STE2, avant rejet en mer. Pas de réflexion sur le devenir des boues.
- En 1969, les besoins en plutonium militaire se tarissent, ce qui pose problème. Les réacteurs UNGG sont abandonnés au profit des réacteurs à eau pressurisée de conception américaine avec un combustible en *oxyde d'uranium* (UO2).
- En 1974, le CEA décide de réaliser le retraitement des combustibles à "*oxyde d'uranium*". En mai 1976, les premières tonnes de combustible UO2 sont retraitées.

Passé et avenir du retraitement

- En 1976, le Centre de La Hague passe du CEA à la Cogema (société de droit privé).
- En novembre 1982, la Commission Castaing commissionnée par le gouvernement Mauroy, remet son rapport. Elle recommande la mise en œuvre du **retraitement poussé**, mais UP3 et UP2-800 sont créés sans en tenir compte.

Note GSIEN : le **retraitement poussé** ouvre les possibilités de transmutations, ce qui exige la production des cibles constituées d'un seul radionucléide. Cette exigence conduit à séparer dans un premier temps les transuraniens des produits de fissions (PF). Cette séparation est également intéressante du fait que les périodes les plus longues sont celles du césium 137 (T=30,05 ans) et du strontium 90 (28,8 ans). En trois siècles, 10 périodes, ces deux radionucléides auront décru d'un facteur 1000.

Le retraitement poussé vise donc à séparer dans un premier temps les transuraniens des PF puis à séparer les transuraniens (neptunium, américium, curium) en vue de préparer des cibles pour la transmutation.

- L'usine UP3 est mise en actif en 1990 et UP2-800 en 1994 tandis que UP2-400 arrête le retraitement à l'âge de **37 ans**.
- Cette espérance de vie de **37 ans** sera donc atteinte en **2027** par UP3.
- Les signes d'usures importantes se sont manifestés, notamment avec l'arrêt de ses **trois** évaporateurs sur trois et la mise hors service d'une roue sur trois.
- Il est clair, même si ni **Orano**, ni **EDF**, le disent, que **le retraitement s'arrêtera définitivement avec l'arrêt d'UP2-800 et d'UP3**. Une question se pose alors :
- **A quel horizon cela arrivera-t-il ? 2027 ? 2030 ? Ou quelques années plus tard ?**

Entreposage : le goulot d'étranglement

- Depuis une dizaine d'années, l'IRSN et l'ASN signalent à EDF le problème posé par l'**entreposage des combustibles irradiés**. EDF répond par le mutisme.
- Un problème amplifié par le combustible **MOX irradié**, gros dissipateur d'énergie et les capacités limitées d'entreposage des piscines BK des réacteurs (8 100 t pour 4 842 t). Comme la place d'un cœur doit rester toujours disponible en cas de *déchargement d'urgence* il ne reste en moyenne qu'une place pour 2/3 de cœur (2 charges annuelles)
- **Le cycle du combustible est aujourd'hui piloté par le déficit d'entreposage.**
- Le retraitement devient *le seul recours* pour éviter l'embolie du cycle nucléaire, tandis que *le plutonium s'accumule* très au-delà des besoins.
- Fin 2021, il y avait **66,4 tonnes de plutonium** (PuO2) appartenant à la France sur les 80 tonnes entreposées, soit **7,3 fois** le besoin annuel actuel pour le combustible MOX chargé dans 22 réacteurs de 900 MW.
- Le projet de réacteur rapide est arrêté et **il n'y a pas de plan "B" pour l'usage du plutonium.**

A la recherche de solutions

- Orano veut densifier l'entreposage des piscines C, D et E, bien qu'il y ait déjà l'équivalent de 115 cœurs de réacteurs dans les quatre piscines de La Hague, *soit plus que dans toutes les centrales d'EDF réunies*.
- Comme la capacité d'entreposage de La Hague avec près de 10 000 tonnes entreposées et seulement

7,5% de disponible, la recherche de solutions autres que le seul retraitement s'impose : entreposage en piscine ou à sec.

• EDF veut construire deux bassins d'entreposage semi-enterrés d'un total de 13 000 tonnes à La Hague. Compte tenu des délais, le premier bassin serait opérationnel au moment de l'arrêt des usines de La Hague.

- Si un entreposage s'impose *de façon urgente quel sens donner au choix de cet emplacement ?*

Les raisons du choix d'EDF

- Le Directeur EDF du projet a déclaré : *ce combustible qu'on a besoin d'entreposer est du MOX usé, appelé à être retraité mais pas forcément à court terme.*

C'est un argument contestable pour plusieurs raisons :

- Bien que La Hague ait retraité entre 1992 et 2008, 73,2 tonnes de MOX pour ses clients étrangers, l'usine n'en retraitera pas d'autres.
- Ce retraitement est bien plus complexe et plus coûteux que celui des combustibles à uranium naturel enrichi (UNE).
- Les MOX seront stockés définitivement et **leur retraitement éventuel est une légende**. Le plutonium est plus facilement accessible dans les UNE.

Nucléaire - Dix questions pour comprendre le projet de piscine EDF à Orano La Hague

Ouest France, le 04/02/2022

Depuis le 22 novembre 2021, une concertation publique était organisée dans la pointe du Cotentin. EDF a choisi le site d'Orano La Hague (Manche) pour implanter sa piscine de d'entreposage de combustibles usés, d'ici 2034. Depuis le début, la concertation se déroulait sous haute tension, avec l'émergence d'un collectif "Piscine nucléaire stop". Elle est reportée à l'été 2022. On fait le point.

EDF a annoncé depuis juillet 2020 avoir choisi le site d'Orano La Hague (Manche), à une trentaine de kilomètres de Cherbourg-en-Cotentin, pour implanter sa piscine d'entreposage de combustibles usés. Si le projet est validé à chaque étape, il pourrait voir le jour en 2034. Depuis le 22 novembre 2021 et jusqu'au 18 février 2022, une concertation publique est organisée dans la pointe du Cotentin.

Le projet fait plus que débat dans un territoire déjà marqué par l'usine de retraitement Orano La Hague, par la centrale nucléaire de Flamanville et son EPR, et par Cherbourg et son arsenal de sous-marins nucléaires. Un territoire aujourd'hui fortement tourné vers le tourisme, où ce nouveau projet ne passe pas si facilement. Explications.

1. Quel est ce projet de piscine EDF dans le site d'Orano La Hague ?

Il s'agit d'une surface de 15 ha qu'EDF achèterait à Orano, à l'ouest du terrain actuel de l'usine. Il y est envisagé des bâtiments d'une emprise de 200 m sur 100 m et d'une hauteur de 25 m, qui comprendraient un lieu de réception, un espace de déchargement, un bassin de 70 m sur 30 m capable d'accueillir jusqu'à 6 500 t de combustibles usés des centrales nucléaires françaises (du MOX et de l'uranium de retraitement enrichi, URE), soit 13 000 assemblages. Une seconde piscine pourrait être envisagée, d'une capacité de 6 500 t.

Cela impliquerait le « nettoyage » d'une partie de la terre de ce terrain, radioactive depuis l'incendie d'un silo, en 1981. Un exercice compliqué. Et d'aménager routes,

ronds-points et accès. Par exemple, le rond-point des Chèvres serait élargi d'environ 7 m.

Coût total estimé du projet : 1,25 milliard d'euros.

2. Pourquoi EDF en a besoin ?

Le problème auquel est confrontée la filière de l'énergie nucléaire française est double : les capacités maximales de stockage du combustible usé (une fois retiré des réacteurs) vont être atteintes à l'horizon de 2030 et, pour l'instant, la technologie pour retraiter le MOX usé et l'uranium de retraitement (URT) n'existe pas. La France compte 18 centrales nucléaires. Aujourd'hui, une vingtaine de réacteurs [22] sur les 54 [56] en France fonctionnent au MOX.

La France a donc besoin d'augmenter ses capacités de stockage, en espérant trouver, d'ici le milieu du siècle, la technique pour valoriser ce MOX usé et cet URT. Le choix a été fait d'un stockage en piscine, ce que critiquent des opposants au projet. Ce projet est dans les cartons depuis 2015, l'Agence de la sûreté nucléaire a donné un avis favorable en 2019 [le 23 juillet].

Commentaire GSIEN : la confusion entre stockage et entreposage est fréquente. Définitions :

« *Le stockage [soi-disant] définitif est le stade ultime de la gestion des déchets radioactifs. Il consiste à garantir la sûreté des déchets en les mettant dans des installations spécialement conçues pour assurer des niveaux appropriés de confinement et d'isolement* » (source [AIEA](#)).

« *L'entreposage de déchets ou de combustible irradié correspond à des solutions provisoires de gestion (...) avant la mise en œuvre d'une solution d'élimination [d'occultation] définitive* » (source [ASN](#)).

3. Pourquoi avoir choisi la Hague ?

Au départ, EDF avait lancé une étude de faisabilité dans le site de Belleville-sur-Loire, dans le Cher, ce que conteste EDF. Ce projet a été abandonné en juin 2020. Depuis, EDF s'est tourné vers le site d'Orano La Hague et l'usine de retraitement. À noter qu'à Belleville-sur-Loire, des habitants et des élus, y compris de la région, se sont opposés au projet. Ils sont d'ailleurs venus apporter leur soutien au collectif d'opposants qui s'est créé dans le Cotentin.

Le site serait implanté à proximité d'Orano, qui maîtrise la technique de l'entreposage en piscine (pour une durée d'environ cinq ans pour les déchets stockés [entre 1994 et 2008, l'âge moyen de refroidissement des combustibles entreposés avant retraitement a varié entre 6,34 et 11,8 ans]) et qui pourrait, ultérieurement, développer la technique du retraitement des déchets stockés par EDF.

Selon David Boilley (ACRO) qui a pu obtenir des données en écrivant à la Direction de La Hague, il y a environ 20 000 m³ de terre à retirer dont 3 000 m³ à plus de 3,7 Bq/g. Ce sont des déchets nucléaires qui devront être entreposés à La Hague dans l'attente d'un site d'accueil. Les contaminations dominantes sont celles du ⁹⁰Sr et du ¹³⁷Cs.

4. Avec qui et comment fonctionne la concertation ?

La concertation est ouverte à tous les habitants. Elle est organisée par la Commission nationale du débat public en charge de ce dossier, qui en a validé la méthode et le périmètre en accord avec le porteur de projet. Cette commission est présidée par Chantal Jouanno. EDF s'est « **engagée à donner une information la plus claire possible, à répondre aux questions et à étudier les attentes** ». La concertation prend la forme à la fois de réunions, de sollicitations des jeunes, d'un site Internet (<https://projet-piscine.edf.fr/>).

5. Pourquoi les ateliers et rencontres ont tourné court ?

Les participants ont contesté la présentation, au futur et non au conditionnel, estimant qu'EDF se comportait comme si le projet était déjà validé et accepté. Et, plus largement, si l'industrie du nucléaire est très implantée dans le territoire, les participants ont estimé qu'« **il y en a assez, la poubelle est pleine !** » « **On n'a pas envie d'être la population sacrifiée** », ajoutent-ils.

Un collectif Piscine nucléaire stop s'est constitué. Il rassemble des opposants au projet, qui par ailleurs sont anti ou prounucléaire. Au fil du temps, ce collectif s'est étoffé et a perturbé plusieurs réunions, imposant de porter le débat non pas sur le comment serait réalisé ce projet et ses conséquences mais sur oui ou non à une implantation dans le site de La Hague.

6. Comment réagissent les habitants ?

Croisés au gré des reportages, il y a ceux qui estiment que le site est déjà sécurisé et équipé. Et ça serait toujours ça de pris en matière d'emploi (environ 300 à 500 emplois sur le chantier puis une centaine pour la gestion du site et 150 emplois induits).

Dans ceux qui sont opposés au projet, des riverains, des salariés du nucléaire, des anti-nucléaire de longue date. Le site, pollué, fait réagir. Et globalement, ils estiment avoir déjà largement donné pour le nucléaire et disent stop. La perspective d'emplois ne les enchante pas, dans un contexte de désertification médicale et de prix de l'immobilier déjà élevé.

7. Et les jeunes, qu'en pensent-ils ?

Pour tenter d'atteindre les 15-30 ans qui, compte tenu de la durée envisagée du stockage (une centaine d'années) sont les premiers concernés, un robot conversationnel, Jam, a été utilisé pour les solliciter par des notifications attractives. Une cinquantaine a ainsi été visiter le site Internet de la concertation.

Mathilde, Victor, Romain ou Simon, que nous avons interrogés, ont eux appris l'existence de cette concertation par le bouche-à-oreille. Tous, qu'ils soient pour, contre ou en questionnement, ont le sentiment que cette concertation n'en est pas vraiment une.

8. Comment se positionnent les élus ?

Fait peu commun dans le Cotentin, où les élus ont historiquement soutenu la filière nucléaire, ce projet fait l'unanimité contre lui. À la fois en raison de la méthode et du périmètre de la concertation. Et d'une nouvelle donne depuis les années 1970 : le territoire a misé sur le tourisme

ces dernières années et ne cesse de chercher à gommer cette image de « Terre du nucléaire ». Pour exemple, La Hague avec son [projet de Géoparc – Grand site](#), veut mettre en avant ses paysages et sa richesse géologique.

9. À deux semaines de la fin de la concertation, où en est-on ?

Le collectif citoyen opposé au projet de piscine avait interpellé Chantal Jouanno et les élus. Il signalait que si le Plan national de gestion des déchets et matières radioactives demande à EDF de résoudre le problème du stockage [de l'entreposage], il « **n'ordonne pas que ce soit à La Hague, où il y a déjà la concentration de substances radioactives la plus élevée au monde** ». Chantal Jouanno a répondu, par écrit, en soulignant que « **la concertation doit permettre de débattre des critères de choix d'un site ou des autres options d'implantation envisageables** ». Et le dernier atelier en date, prévu le 2 février 2022, a été reporté. Le collectif lui, a organisé un rassemblement à la place, pour maintenir la pression.

10. La concertation renvoyée à après les législatives de juin 2022

Jeudi 3 février 2022, la Commission nationale du débat public a repoussé à l'après législatives la consultation publique au sujet de son projet de piscine d'entreposage de combustibles nucléaires usés sur le site d'Orano La Hague. Le procédé qu'avait mis en place l'électricien n'était pas conforme aux normes préconisées. Élus du Département et collectif d'opposants s'en félicitent.

Les élections législatives sont programmées les dimanches 12 et 19 juin 2022. La concertation devrait reprendre du 20 juin au 8 juillet 2022.

<https://www.ouest-france.fr/>



A la Hague, EDF au pied d'un encombrant mur de déchets

La Tribune, le 24 février 2022

EDF a-t-il trop procrastiné ? Malgré les alertes insistantes de l'Autorité de sûreté du nucléaire, l'énergéticien a tardé avant de décider de la construction de nouvelles capacités d'entreposage pour la part de combustibles usés que l'on ne sait pas -ou pas encore- recycler, faisant peser de sérieux risques sur le fonctionnement de son parc de réacteurs à moyen terme. Désormais placé au pied du mur, EDF envisage d'édifier une méga-piscine d'entreposage sur le site d'Orano de la Hague dans la Manche. Mais le projet rencontre une opposition inhabituelle dans ce coin de France pourtant acculturé à l'atome. Explication.

Pour quelle raison EDF veut-il construire une nouvelle piscine d'entreposage à La Hague ? Pour bien compren-

dre les enjeux de ce projet, il faut se souvenir que la France est le *dernier pays au monde* à retraiter les combustibles usés issus de ses centrales. Imaginé initialement à des fins militaires, le processus abandonné par la Grande Bretagne en 2020 perdure de ce côté-ci de la Manche.

Depuis les années 60, il est entièrement réalisé dans l'usine Orano de La Hague, le plus grand complexe au monde dans sa spécialité. Le procédé chimique consiste à extraire le plutonium des combustibles irradiés, lequel est ensuite transféré dans l'usine Melox de Marcoule (Gard) pour y fabriquer de nouveaux combustibles appelés MOX (un mélange [d'oxyde] d'uranium appauvri et de plutonium). A l'issue de quoi ce mélange est réinjecté dans une partie des réacteurs en lieu et place de l'uranium enrichi auquel il se substitue à hauteur de 10% du total. De cette singularité française, en découle une autre.

Un stockage centralisé

Là où la majorité de nos voisins stockent les déchets résultant de la fission au voisinage des centrales dont ils proviennent, l'immense « blanchisserie » de La Hague centralise la totalité du combustible usé que génèrent les 56 réacteurs de l'Hexagone et de quelques étrangers. Le matériau y refroidit pendant cinq ans dans de gigantesques piscines avant d'être traité.

Problème. Si le recyclage « *permet de réduire d'un facteur 10 le nombre d'assemblages de combustibles usés à entreposer dans la durée* » comme le fait valoir EDF, il n'en demeure pas moins partiel.

Sur les 1.200 tonnes reçues par le site chaque année [1141 t en moyenne annuelle de 2010 à 2016], environ 100 tonnes [111 tonnes de MOX] restent sans solution. En cause, l'impossibilité dans l'état actuel de la science d'appliquer un second traitement au MOX usé fortement radioactif et dont la désactivation est très lente : entre cinquante et cent ans. L'énergéticien n'a donc d'autre choix que de l'entreposer sur une très longue période en vue d'une réutilisation ultérieure (encore très hypothétique qui plus est depuis l'arrêt du projet Astrid) ou de son stockage définitif qu'on sait illusoire avant au moins 2035 voire 2040.

Précision du GSIEN sur l'impossibilité de retraiter du MOX. Orano sait retraiter du MOX, mais l'industrialisation du processus n'est pas acquise. Cela se fait par dilution avec des assemblages URE irradiés, car la teneur en Pu résiduelle pose des problèmes de criticité. Il faut ajouter dans la "sauce" de dissolution des poisons neutroniques. Cogéma-Areva ont retraité 73 t de MOX pour l'Allemagne et la Suisse.

Précision du GSIEN : la majeure partie (et non la totalité) des combustibles irradiés déchargés sont à La Hague et le reste se trouve dans les piscines de réacteurs d'EDF. En 2020, d'après l'Andra (Les essentiels 2022), il y avait 11 700 t de combustible (UNE+URE) et 2 350 t de MOX soit un total de 14 050 t déchargées. Comme il y avait fin 2020 un total de 9 955 t à La Hague, cela représente 70,8% des combustibles irradiés. Les piscines des 58 réacteurs d'EDF en contenaient alors 4 095 t.

La saturation des piscines : un « vieux » sujet à hauts risques

C'est précisément ce MOX « intraitable » qui est responsable de l'engorgement croissant des piscines de La Hague. L'enjeu est loin d'être neutre. Une fois pleines, lesdites piscines pourraient provoquer le blocage de tout ou partie du parc de réacteurs français qui deviendrait alors incapable d'évacuer ses déchets. A cet égard, on se souvient de l'émotion suscitée l'an dernier par les difficultés rencontrées par l'usine de Marcoule qui fabrique le MOX. Le site du Gard produisant moins, Orano avait dû extraire moins de combustibles usés de ses installations pour les retraiter alors même qu'elles continuaient à en recevoir.

Précision du GSIEN :
ORANO a continué à retraiter comme d'habitude.

- 2018 : 1 009 tonnes
- 2019 : 1 214 tonnes
- 2020 : 1 035 tonnes
- 2021 : 1 021 tonnes

Le sujet préoccupe l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) depuis belle lurette, comme le rappelait récemment son président Bernard Doroszczuk, dans un entretien au *Monde* : « *La saturation des piscines était identifiée depuis 2010 comme devant intervenir à l'horizon 2030* ».

Pour tenir ces délais, EDF aurait dû lancer le processus menant à la construction de nouvelles capacités d'entreposage en 2020 mais le groupe a tardé malgré les alertes répétées de l'ASN. D'un coût de plus d'un milliard, la méga-piscine « *centralisée* » (dimensionnée pour 13.000 assemblages de combustibles [dans deux bassins]) qu'il projette de construire dans l'enceinte du site de La Hague pour répondre à cet enjeu ne sera opérationnelle qu'en 2034.

Vers un nouveau retard

Risque supplémentaire pour l'énergéticien : le projet, dont le déclenchement coïncide malencontreusement avec le calendrier électoral des présidentielles et des législatives, rencontre une opposition inhabituelle dans la Manche engagée par ailleurs dans une stratégie offensive de reconquête touristique qui cadre mal avec ce que les opposants qualifient « *d'overdose nucléaire* ».

Lancée en décembre [2021] sous l'égide de la Commission du débat public (CNDP), la concertation jugée trop restrictive a été stoppée au milieu du gué, il y a quelques jours, sur l'insistance des exécutifs locaux dont celui de l'agglomération du Cotentin. Bien que soulignant « *son attachement au nucléaire* », ce dernier avait indiqué que « *cet attachement ne (pouvait) supposer une acceptation de tout nouveau projet à n'importe quel coût et sans respect des élus locaux et des populations* ». Repoussé par la CNDP, le débat ne reprendra qu'en juin.

Le gendarme du nucléaire fustige un manque d'anticipation

En guise d'alternative, EDF assure être en capacité de « densifier les piscines actuelles » et d'assurer un stockage provisoire et sécurisé des combustibles usés ce dont doutent plusieurs ONG. « *Il y a un risque que l'ASN soit obligée d'accepter des choses inacceptables pour garantir l'alimentation électrique du pays* », peste David Boilley, docteur en physique nucléaire et président de l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (Acro).

Ces propos font écho à ceux entendus dans la bouche de Bernard Doroszczuk mi-janvier. Évoquant le stockage des déchets à La Hague, le patron de l'Autorité de sûreté diagnostiquait « *un manque d'anticipation et de précaution du fait de l'absence de marge qui fragilise l'ensemble de la chaîne* ».

L'approvisionnement en électricité de la France dépendant à 70% du nucléaire, il est facile de prendre la mesure de l'urgence.

<https://www.latribune.fr/>

Saturation des entreposages de combustibles usés : une situation alarmante

Acro, le 17 mai 2022

En octobre 2018, l'ACRO avait alerté sur le risque de saturation de entreposages de combustibles nucléaires usés à partir d'un rapport que l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) rechignait à rendre public. Puis, l'association avait saisi la CADA car la version finalement publiée était noircie à 10% environ. Nous avons eu partiellement gain de cause, mais la plupart des chiffres sont restés secrets, car, derrière ces problèmes de gestion des déchets, c'est la sécurité de l'approvisionnement électrique du pays qui est en jeu.

La saturation devrait intervenir à l'horizon 2030 et comme une dizaine d'années sont nécessaires pour construire un nouvel entreposage, l'arrêté du 23 février 2017 établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs imposait à EDF de déposer « *avant le 31 décembre 2020 auprès du ministre chargé de la sûreté nucléaire une demande d'autorisation de création pour une nouvelle installation d'entreposage de combustibles usés, ou une demande de modification substantielle s'il s'agit de l'extension d'une installation existante.* » On sait déjà que cette demande ne sera pas déposée avant 2023 et la compagnie n'a pas pour habitude de finir ses chantiers dans les temps. La piscine centralisée qu'elle souhaite construire à La Hague, n'ouvrira, au mieux, qu'en 2034, si elle se fait...

Ce retard est très critique et l'ASN a imposé à EDF de trouver des alternatives. Le plan B est d'augmenter la densité des entreposages existants. Le projet de densification vise à augmenter d'environ 30%, à terme, les capacités d'entreposage de trois des piscines de l'établissement de La Hague (C, D et E) par l'usage de nouveaux paniers d'entreposages plus compacts et par la réduction de la distance entre chaque panier. Orano prévoit une mise en œuvre à partir de 2024. Pour l'ASN,

Commentaire GSIEN : le nouveau panier est *a priori* fabriqué avec un alliage d'aluminium et de carbure de bore. L'usage de matériaux neutrophages pour réaliser les paniers compartimentés dans lesquels on place 9 assemblages combustibles permet de réduire la section du fourreau dans lequel se glisse l'assemblage et de rapprocher les paniers les uns des autres, ce qui rend plus compact l'entreposage.

cette parade doit être temporaire et ne sera autorisée qu'au « juste besoin ».

Et, si cela ne suffisait pas suite à des retards supplémentaires dans la construction d'un nouvel entreposage, le plan C est de retirer des combustibles anciens des piscines pour les entreposer à sec. La réalisation d'un entreposage à sec correspond à un nouveau type d'installation dont le référentiel de sûreté reste à définir. Orano et EDF devraient déposer auprès de l'ASN un projet plus abouti cette année. Bref, ils ne sont pas prêts !

L'entreposage à sec est une pratique très répandue dans les autres pays car le refroidissement est passif. Mais la température des combustibles est plus élevée que sous eau, favorisant ainsi les relâchements radioactifs. Les combustibles doivent donc être mis dans un emballage étanche. L'intérieur se contamine, rendant toute reprise difficile. C'est contradictoire avec le dogme de l'industrie nucléaire française qui prétend pouvoir retraiter tous ses combustibles... même si elle n'a pas de solution technique pour cela. Le blocage face à l'entreposage à sec est donc essentiellement idéologique et l'industrie nucléaire espère y échapper.

EDF veut aussi consommer plus de MOX pour désengorger les piscines existantes en allant piocher des combustibles usés dans les stocks pour les retraiter. Elle doit soumettre à l'ASN le projet de passer ponctuellement les recharges en MOX de 12 à 16 assemblages dans les réacteurs de 900 MWe capables de recevoir ce combustible. A plus long terme (environ 2032), EDF travaille sur un projet de « *moxage* » des réacteurs de 1300 MWe, avec une première étape d'essais envisagée à Paluel 4 en 2024. Mais cela nécessite que les usines de retraitement et de fabrication de MOX puissent suivre, ce qui n'est pas le cas actuellement ! Ainsi, le *moxage* des réacteurs de 1300 MWe a plutôt pour but de justifier la prolongation du retraitement et d'enclencher la construction d'une nouvelle usine afin de remplacer celles actuelles après 2040.

Face au problème de saturation actuel, l'IRSN estime, dans son avis à l'ASN n° 2022-00049, daté du 4 mars 2022, que, parmi les trois parades présentées, la densification semble être la seule solution dont la mise en œuvre est compatible avec le calendrier imposé par les besoins d'entreposage.

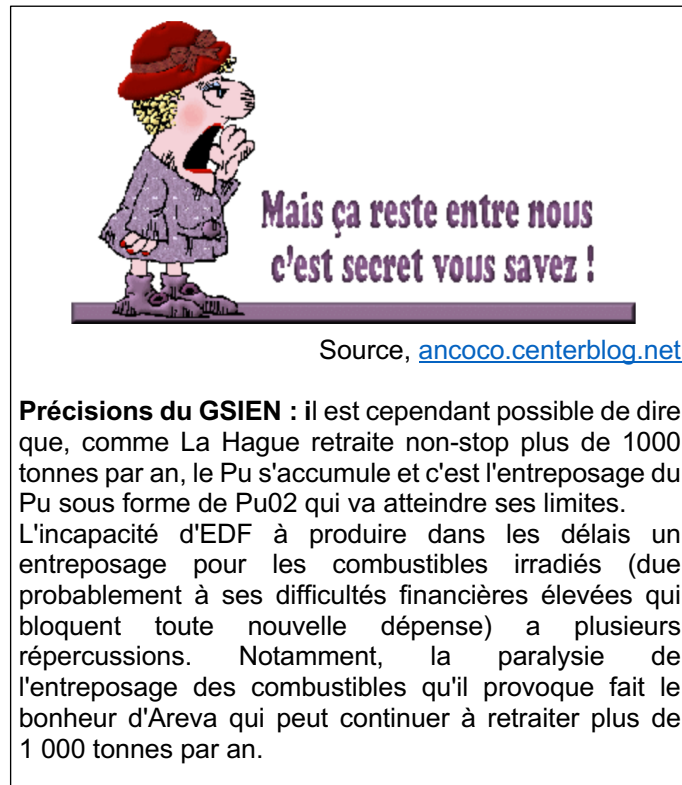
Car, en cas d'aléa, la saturation peut advenir plus rapidement, comme nous l'avons expliqué dans notre cahier d'acteur de la concertation sur le projet de piscine centralisée à La Hague. Et les aléas sont nombreux : les chiffres prédisant une saturation à l'horizon 2030 ne sont plus d'actualité.

Les déboires de Mélox

Les combustibles à l'uranium naturel enrichi (UNE) qui sortent actuellement des centrales nucléaires françaises sont entièrement retraités après une dizaine d'années en piscine. En fonctionnement « nominal », il n'y a plus d'accumulation, comme ce fut le cas par le passé. Le plutonium extrait de ces combustibles sert à fabriquer des combustibles MOX qui, eux, ne sont pas retraités et qui

s'accumulent. Toujours en fonctionnement nominal, ils couvrent 10% des besoins des centrales nucléaires françaises.

Mais l'usine Mélox de Marcoule, dans le Gard, qui fabrique ces combustibles MOx, connaît des déboires depuis 2015. Sa production a été divisée jusqu'à deux et EDF a dû remplacer des combustibles MOx par des combustibles à l'uranium naturel enrichi (UNE) dans ses réacteurs. Or, si l'on fabrique moins de MOx, il faut moins retraiter pour ne pas accumuler du plutonium, proliférant. Et si l'on traite moins, les combustibles UNE s'accumulent aussi, accélérant ainsi la saturation des piscines... Les chiffres sur l'état des stocks étant secrets, il est difficile d'en dire plus.



Les combustibles MOx rebutés, qui ne peuvent pas être mis en réacteurs faute d'avoir atteint la qualité suffisante, s'accumulent aussi. Avec un taux de rebuts inférieur à 13%, ils peuvent être remis dans le circuit. Le surplus s'entasse à La Hague, dans un autre entreposage qui arrive aussi à saturation. Décidément ! Et le problème va perdurer puisqu'Orano ne dispose pas d'unité ayant une capacité industrielle à traiter l'ensemble des rebuts de MOx. C'est ballot !

Comme l'explique Reporterre (2 mai 2022), l'uranium appauvri utilisé dans la fabrication du MOx provenait d'une installation basée à Pierrelatte dans la Drôme, selon le procédé par « voie humide », mais fermée à la suite d'un « examen décennal non concluant ». La nouvelle poudre provient d'une autre installation d'Orano, située à Lingen, en Allemagne et est obtenue selon le procédé par « voie sèche ». L'homogénéité des pastilles de combustible est plus difficile à obtenir et n'atteint pas toujours la qualité requise. Par conséquent, alors qu'historiquement, Melox expédiait entre 5 et 10 tonnes de rebuts par an vers le site Orano la Hague, depuis 3 ans, du fait des difficultés de production, ces quantités ont cru et sont désormais

comprises entre 15 à 20 tonnes par an, selon la présentation de la compagnie devant le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) du 8 mars 2022. Le plan d'actions entrepris par Orano en 2019 pour réduire les rebuts à Marcoule n'a pas encore produit de résultat positif puisque les bilans de production des années 2020 et 2021 sont très inférieurs à ce qui était attendu. Cela pousse l'IRSN à estimer qu'il est difficile de se prononcer, à ce stade, sur un calendrier d'amélioration de la production de l'usine MELOX.

Précision du GSIEN - Il y a deux types de **rebuts de plutonium** : des **pastilles** rebutées conditionnées dans des boîtes métalliques appelées RBM (Rebuts boîtes MOX) et des **crayons combustibles** MOX rebutés qui sont regroupés sous la forme d'assemblages appelés RAM (Rebuts assemblage MOX). Les 15 à 20 tonnes citées par l'ACRO concernent la *somme* des deux types de rebuts.

La procédure par voie sèche a aussi entraîné une forte contamination de l'usine qui est devenue beaucoup plus irradiante pour le personnel. Cela rend aussi toute opération de maintenance plus complexe à mettre en œuvre [problèmes de radioprotection du personnel] alors que les pannes d'équipements y sont fréquentes. Le retour de la procédure par voie humide dans les années à venir ne résoudra donc pas tous les problèmes. La réduction de l'exposition du personnel est un des défis auxquels doit faire face Orano.

A La Hague, Orano prévoit de nouveaux entreposages pour les rebuts, afin d'atteindre 1 300 emplacements supplémentaires et, ainsi, d'augmenter de 20% les capacités actuelles.

Une usine de retraitement vieillissante

Les usines de retraitement de La Hague ne sont plus toutes jeunes. Ce sont les évaporateurs de produits de fission qui lâchent actuellement car ils se corrodent plus vite que prévu. Ils doivent être remplacés.

Suite à une fuite, Orano a dû mettre à l'arrêt une de ces deux usines de retraitement de La Hague de septembre à décembre 2021. Elle fonctionne à nouveau, mais avec seulement deux des trois évaporateurs, ce qui réduit sa capacité de traitement... Des évaporateurs sont en construction dans deux nouveaux bâtiments. Les travaux de terrassement ont débuté en 2016 et la mise en service est prévue en mars 2023 et mars 2024 pour les usines UP3 et UP2-800 respectivement. Les raccordements vont entraîner un arrêt de chaque usine pendant quelques mois, ce qui conduira à une augmentation de la quantité des combustibles usés entreposés en piscine et donc une accélération de la saturation.

Une situation alarmante

L'autorité de sûreté nucléaire a demandé aux exploitants d'estimer la date de saturation en cas de situation particulièrement dégradée et le résultat est alarmant. Pour les entreposages de MOx rebuté, la saturation aurait pu intervenir dès avril 2022, alors que les nouveaux entreposages devaient être prêts pour mai 2022. Le pire n'a pas eu lieu.

Et pour les piscines de combustibles usés, la saturation pourrait arriver dès 2024. La nouvelle piscine d'EDF, prévue pour 2034 a donc juste dix ans de retard, avant même le lancement du chantier. Et le plan B, à savoir la densification des piscines existantes, ne pourra être mis en œuvre qu'à partir de 2024... Là encore, le calendrier est tendu.

A ces problèmes s'ajoutent les difficultés du parc nucléaire : d'un côté, certains réacteurs de 900 MWe font l'objet d'arrêts prolongés pour les travaux en lien avec leur quatrième visite décennale, ce qui réduit aussi l'utilisation de MOx. A l'inverse, les problèmes de corrosion, qui imposent l'arrêt de plusieurs réacteurs non moxés, devraient ralentir le remplissage des piscines et permettre de gagner du temps. Il est donc difficile de faire des prévisions précises sur la date de saturation, mais la situation demeure inquiétante.

Une fois la saturation atteinte, il y a un risque de devoir mettre à l'arrêt des réacteurs nucléaires. L'arrêt complet du parc pourrait être atteint en 14 mois en cas d'arrêt prolongé du retraitement ou de la fabrication de MOx. Comme au Japon, après la catastrophe nucléaire à Fukushima, où le nucléaire fournissait 30% de l'électricité. Mais c'est 70% en France ! Cette « *fragilité inédite du système de production nucléaire français* » inquiète en plus haut lieu, car l'Autorité de sûreté nucléaire ne veut pas avoir à arbitrer entre la sûreté nucléaire et la garantie de l'approvisionnement électrique.

A noter que toutes les analyses imposées aux exploitants concernant les risques sur l'approvisionnement électrique ne prennent pas en compte des retards supplémentaires pour la piscine centralisée alors que le projet est très contesté et qu'EDF aura fort probablement des retards supplémentaires.

Quelles parades ?

Dans son avis à l'ASN n° 2022-00049, daté du 4 mars 2022, l'IRSN souligne les risques liés à la saturation des entreposages en fonction de différents scénarios, mais ne donne aucun chiffre, ni aucune date. Il faut le croire sur parole. Il note aussi que, malgré la réduction de production de combustibles 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 supérieure au besoin. Et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui doit veiller à la prolifération, ne dit rien ?

L'IRSN émet quatre recommandations : il veut un échéancier précis sur les parades face à la saturation des entreposages, ainsi qu'un suivi régulier pour pouvoir réagir à temps en cas d'aléa ou de retard sur un projet. Il demande aussi aux exploitants de mettre à jour l'impact de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) qui prévoit l'arrêt progressif des réacteurs les plus anciens qui consomment du MOx. Enfin, Orano doit présenter des solutions de traitement des rebuts de MOx.

Commentaire GSIEN : selon les rapports d'information du site Orano Melox (Éditions [2019](#), [2020](#) et [2021](#)), la **production de MOX est passée de 110 t_{ML} en 2017 à 51 t_{ML} en 2021**. Pourtant, on avait vu grand pour Melox : avec le décret du 26 avril 2007, le gouvernement avait autorisé AREVA à porter le niveau de production annuelle de 145 à 195 tonnes de métal lourd (t_{ML}).

Quant au Haut comité à la transparence, où l'ACRO siège, il va effectuer un suivi régulier des difficultés rencontrées ces dernières années, de l'évolution du calendrier de saturation et des projets proposés par les exploitants ([synthèse](#) de la 60^e réunion plénière du Haut comité [du 8 mars 2022](#)) [Cf. page 21].

Mais, comme en 2016, l'analyse effectuée par les exploitants en 2020 sur les difficultés potentielles liées à la gestion du combustible nucléaire n'est pas publique alors que l'approvisionnement électrique du pays est en jeu. Cette situation est inacceptable.

<https://www.acro.eu.org/>

Dossier GSIEN Occlusion "combustinale"

Fragilités du « cycle du combustible » nucléaire : le collège de l'ASN a auditionné EDF et Orano

Note d'information de l'ASN, 01/03/2022

Dans un contexte de tensions sur l'équilibre du « cycle du combustible » nucléaire, le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire a auditionné conjointement, le 10 février 2022, Cédric Lewandowski, directeur exécutif du groupe EDF, directeur du parc nucléaire et thermique, et Philippe Knoche, directeur général d'Orano, sur la gestion des combustibles usés et les entreposages de matières plutonifères.

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires, son entreposage et son retraitement après irradiation constituent le « cycle du combustible » nucléaire. L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Elle porte une attention particulière aux conditions d'entreposage, d'une part des matières plutonifères, d'autre part des combustibles usés, qu'ils soient destinés à être retraités à court ou plus ou moins long terme.

Cette audition a permis à EDF et Orano de présenter leur vision globale de la situation du « cycle du combustible » nucléaire, dans un contexte où des dysfonctionnements qui ont un fort impact sur d'autres étapes du cycle conduisent à un risque de saturation des entreposages de matières plutonifères et des entreposages de combustibles usés.

La nécessité de prévoir des capacités d'entreposage supplémentaires de combustibles usés avait déjà été identifiée il y a plusieurs années dans le cadre de la préparation du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs. **L'usine de Melox connaît toujours de grandes difficultés pour produire du combustible MOX pour les réacteurs d'EDF avec la qualité et dans les quantités attendues.** Ces difficultés entraînent la production d'une quantité importante de matières radioactives

contenant du plutonium qualifiées comme des « rebuts MOX », lesquelles sont ensuite entreposées dans l'usine de La Hague.

À très court terme, Orano a donc indiqué son besoin urgent d'une extension de ces capacités d'entreposage de matières plutonifères à La Hague, pour permettre la poursuite du retraitement de combustibles. En l'absence de telles augmentations de capacités d'entreposage, une adaptation à la baisse du traitement serait nécessaire, ce qui accélérerait l'encombrement des piscines d'entreposage de combustibles usés. L'ASN a recommandé à Orano de veiller à la qualité des analyses de sûreté transmises à l'appui des demandes d'extension, actuellement en cours d'instruction.

À la demande de l'ASN, les exploitants auditionnés ont élaboré et présenté différents scénarios prospectifs, bâtis sur plusieurs jeux d'hypothèses, plus ou moins pessimistes quant au bon fonctionnement des différentes usines du « cycle du combustible ». Orano et EDF ont présenté les différents leviers d'action et les parades actuellement étudiées pour faire face au risque de saturation des capacités d'entreposage de matières nucléaires, que ce soit les matières plutonifères ou les assemblages de combustibles usés entreposés en piscine à La Hague.

EDF prévoit de construire, sur le site de La Hague, une piscine d'entreposage centralisé, destinée à l'entreposage des combustibles dont le traitement n'est pas envisagé à court ou moyen termes. Ce projet a cependant pris du retard et ne serait pas disponible avant 2034. L'ASN a rappelé l'importance de ce projet, qui doit permettre de disposer de nouvelles capacités d'entreposage de combustibles usés et répondre à la problématique de saturation des capacités actuelles.

Constatant que les scénarios étudiés conduisent à une saturation possible des entreposages de combustibles usés avant 2030, les exploitants ont notamment fait le point sur l'avancement des projets suivants, qui constituent des parades au retard de la piscine d'entreposage centralisé :

- **densification des piscines d'entreposage de la Hague ;**
- **développement d'un concept d'entreposage à sec ;**
- **augmentation de l'utilisation du combustible MOX en réacteurs.**

Lors de cette audition, le collège a rappelé sa préoccupation portant sur la saturation plus rapide que prévue des capacités d'entreposage de matières radioactives à La Hague. L'ASN souligne d'une manière générale que le « cycle du combustible » présente actuellement très peu de marges et que la poursuite d'un fonctionnement dégradé de l'usine Melox ou toute autre situation affectant le bon fonctionnement des usines du « cycle du combustible » pourrait conduire à un engorgement des entreposages de matières.

En ce qui concerne la parade consistant à densifier l'entreposage de combustibles usés dans les piscines de la Hague, l'ASN a demandé à Orano d'accélérer la réalisation de certaines études de génie civil pour

l'INB 116 (1) de La Hague [UP3], dans le cadre du réexamen périodique de cette dernière. Il conviendra en effet d'apprécier l'éventuelle augmentation de l'inventaire radiologique dans cette installation au regard d'une démonstration actualisée de sa résistance aux événements extrêmes. L'ASN considère de manière générale que ce projet, s'il pourrait permettre d'augmenter, de façon transitoire, les capacités d'entreposage de combustibles usés de La Hague pour écarter le risque de saturation à moyen terme, ne peut pas constituer une solution pérenne.

Le collège a demandé aux exploitants de poursuivre les études nécessaires à la mise en œuvre de l'ensemble des parades identifiées.

L'ASN a par ailleurs rappelé à EDF et Orano l'importance de fournir aux parties prenantes intéressées l'ensemble des informations nécessaires à une bonne compréhension de la situation du « cycle du combustible », notamment dans le cadre du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.

(1) L'INB 116 correspond à l'usine de traitement d'éléments combustibles irradiés provenant des réacteurs nucléaires à eau ordinaire (UP3-A) et comprend plusieurs installations : Atelier T0, Piscines D et E, T1, T2, T3/T5, T4, T7, BSI, BC, ACC.

<https://www.asn.fr/>

Analyse du GSIEN sur les trois parades à l'occlusion envisagées par les exploitants (EDF et ORANO).

1-Densification des piscines actuelles de la Hague

Établissement Orano de La Hague - Usines UP3-A et UP2-800 (INB n°116 et n°117) - **Dossier d'options de sûreté portant sur la densification des piscines C, D et E** [Avis de l'IRSN du 28 mai 2021](#)

Extraits de l'avis :

« Il convient de souligner qu'EDF n'envisage de traiter qu'après 2050 les combustibles MOX et URE [Uranium de retraitement enrichi] usés afin d'utiliser les matières récupérées pour la fabrication de nouveaux combustibles. Aujourd'hui, ces assemblages combustibles sont entreposés en attente dans les piscines de l'établissement Orano La Hague. Comme souligné dans l'avis de l'IRSN cité en troisième référence relatif au dossier « Impact Cycle 2016 », l'évaluation prospective des capacités d'entreposage des combustibles usés conclut à une saturation à l'horizon 2030 des capacités d'entreposage actuellement disponibles ».

(...)

« PRÉSENTATION DE LA MODIFICATION

Actuellement, la capacité opérationnelle totale d'entreposage des piscines C, D et E est de 11 990 tonnes de Métal Lourd initial (tMLi). Le projet de densification permettrait de porter à 15 600 tMLi cette capacité opérationnelle. Cet accroissement serait réparti dans les trois piscines selon les limites fixées dans les décrets d'autorisation de création des INB n°116 et n°117 (c'est-à-dire 4 800 tMLi dans la piscine C, 4 600 tMLi dans la piscine D et 6 200 tMLi dans la piscine E).

Pour cela, Orano prévoit de remplacer les paniers servant actuellement à l'entreposage des combustibles de type REP d'EDF par des paniers de section réduite (appelés respectivement « paniers actuels » et « nouveaux paniers » dans la suite de l'avis).

Les paniers actuels sont constitués d'une structure en acier inoxydable délimitant neuf alvéoles, contenant chacun une chemise neutrophage [contenant un poison neutronique] en acier boré dans laquelle un assemblage combustible est introduit. Le panier comporte un couvercle qui est verrouillé en position fermée lors de l'entreposage et lors des phases de manutention du panier.

Les nouveaux paniers comportent également neuf alvéoles mais sont de dimensions réduites (section et entraxe des alvéoles, section externe du panier) par rapport aux paniers actuels. Ceci permet de réduire le pas d'entreposage et ainsi d'augmenter le nombre de paniers pouvant être entreposés dans les piscines. Le rapprochement des assemblages combustibles et des paniers augmentant leur réactivité, le matériau neutrophage [l'acier boré] des chemises actuelles est remplacé par un matériau présentant de meilleures caractéristiques neutrophages. Pour justifier le choix du matériau, Orano s'est appuyé sur le retour d'expérience d'utilisation de plusieurs matériaux dans l'industrie nucléaire internationale. Il a retenu finalement un matériau utilisé dans des piscines d'entreposage aux États-Unis et qui présente selon lui le meilleur comportement en termes de vieillissement. Orano a identifié les exigences associées au nouveau matériau neutrophage des chemises et a présenté la stratégie de qualification de ce matériau au regard de ces exigences. **La démarche retenue par Orano pour choisir le matériau neutrophage des chemises n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

(...)

PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

L'utilisation des nouveaux paniers entraîne un rapprochement des combustibles et une diminution de la lame d'eau entre ceux-ci, ce qui induit une augmentation de leur réactivité. L'option de sûreté retenue par Orano est le changement du matériau neutrophage de la chemise présente dans chaque alvéole du panier.

(...)

Orano a réalisé des calculs préliminaires permettant de vérifier la sous-criticité des nouveaux paniers pour une sélection de configurations d'études, couvrant la plupart des situations de fonctionnement normales et incidentelles associées aux opérations mettant en œuvre les paniers. Orano précise que les calculs seront réalisés pour l'ensemble des configurations définies dans les démonstrations de sûreté-criticité des piscines, une fois la conception du nouveau panier consolidée. **Ces éléments n'appellent pas de remarque** ».

La densification des piscines actuelles est une solution transitoire qui, selon la note d'information de l'ASN du 1/03/2022 (cf. page précédente), ne peut pas constituer une solution pérenne.

L'ASN encore, dans un avis sur le « projet de Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2021-2025 » (PNGMDR) » de novembre 2021, expliquait

que la densification des piscines de La Hague « ne constitue pas une solution technique conforme aux standards de sûreté les plus récents » [Avis n° 2021-AV-0390 - ASN, 9/11/2021]. Tout juste une ultime tentative pour retarder l'occlusion fatale ?

2-Entreposage à sec

L'ASN évoque le développement d'un concept pour ce type d'entreposage comme il en existe aux USA, par exemple, avec ORANO qui y a développé un « procédé d'entreposage à sec » : « NUHOMS® ». D'autres solutions ont également été mises en œuvre à l'étranger.

Penchons-nous sur le procédé NUHOMS® que Bernard Laponche avait déjà détaillé sur le blog de [Mediapart](#) en 2018.

Extrait de la communication bien léchée affichée sur le site Internet d'ORANO : « Éprouvé depuis plus de 20 ans aux États-Unis, ce système combine des emballages en acier inoxydable et des modules d'entreposage en béton horizontaux pour le blindage. Les emballages sont conçus pour le stockage sur site, mais peuvent être transportés vers un site centralisé si nécessaire en utilisant un conteneur de transport.

NUHOMS® vient de connaître une évolution majeure avec MATRIX, un système à la configuration unique – horizontale à deux niveaux et modulaire – qui réduit de 45 % la surface au sol occupée par l'installation d'entreposage. Avec un coût de construction réduit, une capacité optimisée, la possibilité d'entreposer des emballages de différentes tailles et de nouveaux dispositifs pour un contrôle complet du vieillissement de l'emballage, le NUHOMS® MATRIX est un "game changer" sur le marché » [ORANO].

Game changer - Traduction selon le dictionnaire en ligne Linguee : « grand changement », « événement qui change la donne », « second souffle » [fam.].

Des solutions mises en œuvre dans le monde sauf en France où l'entreposage à sec est à peine envisagé...

Pourtant, EDF planchait déjà sur le sujet dès 1993 :

« Afin de réduire les coûts d'exploitation et la production d'effluents [les rejets de déchets radioactifs liquides et gazeux de l'usine de La Hague], il faut envisager ultérieurement, si les durées de stockage doivent s'allonger [du fait de l'augmentation des taux de combustion], de faire de l'entreposage à sec. Les solutions suivantes sont économiquement envisageables pour des assemblages dont la puissance résiduelle est de l'ordre de 1 kW.

Création d'un entreposage national à sec de grande capacité, par exemple selon le procédé du CEA "CASCAD" : les assemblages sont mis dans des étuis soudés, eux-mêmes déposés dans des puits. Une ventilation naturelle assure l'évacuation calorifique.

D'autres variantes de l'entreposage à sec. On peut citer en particulier la mise en emballages de grande capacité (jusqu'à 36 places), la mise en conteneurs acier/béton (jusqu'à 24 places), la mise en capacités métalliques non blindées, la radioprotection étant assurée par un bâtiment béton.

(...)

Les solutions à moyen terme

1) Création d'un bâtiment national d'entreposage à sec

2) Entreposage centralisé sous eau

Tout en tenant compte des spécificités propres à l'entreposage des déchets activés, il est nécessaire d'envisager la combinaison de ces solutions à moyen terme avec celles qui devront par ailleurs être mises en œuvre pour l'entreposage du combustible irradié, en recherchant si un effet d'échelle peut être obtenu.

Études de sites

Les solutions à caractère national (bâtiment d'entreposage en eau ou à sec) nécessitent la recherche des sites EDF envisageables pour l'implantation de telles réalisations : les différentes unités de la DE [Direction de l'équipement] examinent les possibilités sur les sites de leur responsabilité.

La possibilité d'implantation sur le site de La Hague peut être envisagée : cette perspective d'implantation est examinée par le Service Combustible, dans le cadre de ses négociations avec la Cogéma » [source, Entreposage National pour combustibles et déchets activés du Parc 900 – 1300 – N4 - EDF DE, 11/02/93].

En 2008, EDF étudie les « critères de dimensionnement pour un avant-projet d'entreposage » :

« EDF a démontré dans le cadre des études effectuées que les deux types d'entreposage sous eau et à sec pouvaient être envisagés pour les ACU [Assemblages de combustible usé] en Zy4 [gaine en Zircaloy, un alliage zirconium] et que la fonction reprise des assemblages semblait être assurée après la période d'entreposage.

(...)

L'entreposage à sec est de loin le plus complexe. Cependant en respectant les conditions de transport (420°C-30 jours), les résultats des calculs AVACYC ont montré qu'un entreposage à 380°C sous hélium est réalisable pour une durée minimale de 50 ans. Ces calculs ont montré aussi, qu'en dessous de 285°C le risque fluage n'existe plus, ce qui permet d'envisager une augmentation du temps d'entreposage à sec » [source, Aval du cycle : critères de dimensionnement pour un avant-projet d'entreposage - EDF SEPTEN, 2008].

« Le code AVACYC développé par le SEPTEN [EDF] permet de calculer pour un crayon les déformations de fluage pendant le transport et l'entreposage ».

Fluage des gaines des crayons combustibles

« Durant les opérations de transport et d'entreposage à sec des ACU, le risque principal demeure la rupture des gaines des crayons par fluage [déformation] sous l'effet simultané de la température (puissance résiduelle) et de la pression interne (pressurisation. Initiale des crayons, gaz de fission et relâchement d'hélium) ».

Le GSIEN rappelle que l'entreposage à sec ne peut survenir qu'après un refroidissement obligé dans les piscines (dites BK) du bâtiment combustible des tranches REP. En 2018, le directeur général de l'IRSN (J.C. Niel) expliquait que « les pays qui ont choisi le retraitement - France, Japon, Russie - ont opté pour un entreposage dans les piscines de l'usine de retraitement. Les autres pays ont préféré l'entreposage à sec, performant à condition que le combustible usé ait suffisamment refroidi et que sa puissance thermique [celle d'un assemblage combustible] n'excède pas deux kilowatts » ; « Des MOX

commencent juste à être entreposés à sec dans le monde, a indiqué Igor Le Bars, adjoint au directeur au pôle sûreté nucléaire de l'IRSN » [[Reporterre](#)].

Mais en France est-ce possible ? Réponse avec un autre rapport de l'IRSN « établi en réponse à une saisine de la Commission nationale du débat public » (Avril 2019) : « Les caractéristiques des combustibles MOX utilisés par EDF ont évolué au cours du temps. En particulier, leur teneur en plutonium a successivement été de 5,30 %, 7,08 % et 8,65 % (teneur actuelle). Compte tenu des périodes durant lesquelles les combustibles MOX présentant les teneurs en plutonium précitées ont été mis en œuvre, des solutions d'entreposage à sec s'appuyant sur des concepts actuels pourraient, dès à présent, être envisagées pour l'ensemble des combustibles MOX usés de teneur en plutonium égale à 5,30 % et pour la plupart de ceux à 7,08 %, soit de l'ordre de 2 500 assemblages. (...)

Environ 1 150 combustibles URE ont été chargés dans des réacteurs par EDF entre 1994 et 2013. L'ensemble des combustibles URE usés actuellement entreposés ont une puissance thermique inférieure à 2 kW et sont donc compatibles avec les concepts actuels d'entreposage à sec » [[IRSN-2019-265](#)].

Environ 3650 assemblages combustible (MOX et URE) de puissance résiduelle inférieure à 2 kW peuvent donc d'ores et déjà être entreposés à sec. Ces 3650 assemblages issus de réacteurs de 900 MWe représentent environ 1 700 tonnes. Sur les 10 055 tonnes de combustibles comptabilisés fin 2021, ces assemblages représentent 17% de l'entreposage actuel. De quoi décongestionner les piscines actuelles, encore faut-il avoir la capacité industrielle à fabriquer suffisamment d'emballages pour entreposer ces combustibles irradiés.

Pour le transport du combustible irradié, la puissance thermique autorisée par assemblage est plus élevée. Examinons le compte-rendu (un peu caviardé) de la « Réunion du Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines du 25 mai 2018 » établi par l'IRSN : « les assemblages combustibles irradiés (ACU) sont entreposés dans les piscines BK des centrales EDF pour permettre la décroissance de leur puissance thermique résiduelle à un niveau compatible avec leur transport vers les usines de l'établissement Orano Cycle de La Hague. Actuellement, le temps de refroidissement des ACU dans les piscines BK varie entre 13 et 40 mois environ selon la nature du combustible (UOX ou MOX) » [[IRSN-2018-007](#)].

En effet, ces délais sont nécessaires afin que la puissance résiduelle du combustible devienne inférieure à la « Valeur maximales pour les agréments actuels de transport sur la voie publique en France », soit « 6 kW par [assemblage] combustible » [[IRSN-2019-265, cf. page 8, Figure 1](#)].

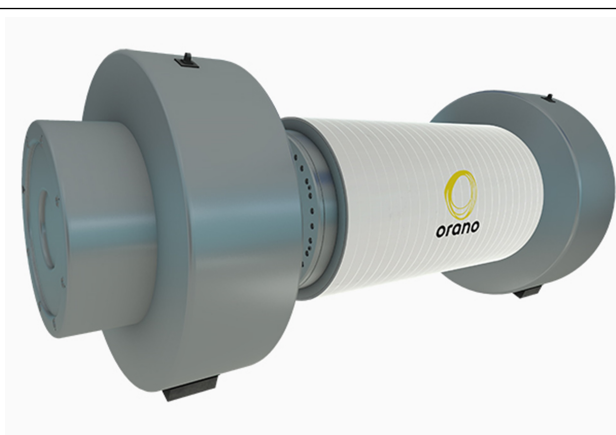
D'autre part, l'IRSN a publié dès 2018 un « Rapport établi en réponse à une saisine de la Commission d'enquête parlementaire sur la sûreté et la sécurité des installations nucléaires » présentant les « enjeux de sûreté » des différentes solutions d'entreposage du combustible irradié, « sous eau et à sec ». L'IRSN y présente un autre procédé d'entreposage à sec développé par ORANO. Il

s'agit d'un emballage métallique utilisé en Suisse et en Belgique, le « TN[®]24 DH », utilisé pour l'entreposage sur site : « il peut accueillir jusqu'à 28 [assemblages] combustible pour une puissance totale supérieure à 33 kW ». Cela correspond à une puissance thermique moyenne par assemblage de l'ordre 1,2 kW, si l'emballage est totalement rempli [[IRSN-2018-003](#)].

Selon Ouest-France (02/04/21), ORANO prévoit de « développer la fabrication d'un nouvel emballage pour le transport et l'entreposage du combustible nucléaire », appelé TN Eagle. L'usine est implantée à Cherbourg dans la Manche. « Cet emballage de dernière génération a nécessité deux ans d'études », souligne Frédéric de Agostini [directeur général d'Orano TN]. Il présente un design simplifié mais plus robuste, car sans soudure, avec 1 500 composants, contre 10 000 pour l'emballage TN24. « Testé pour résister aux chutes, à l'immersion en profondeur et aux incendies intenses, il a obtenu, en décembre 2020, la licence transport de la part de l'Autorité de sûreté nucléaire en France, mais aussi de l'autorité de sûreté américaine (NRC) » [[Ouest-France](#), 02/04/21]

Le « modèle de colis TN Eagle » a obtenu la certification d'agrément de l'ASN en décembre 2020 « pour le transport par voies routière, ferroviaire, fluviale ou maritime ainsi que **pour l'entreposage temporaire à sec, pour une durée maximale de cinquante ans**, d'au maximum 32 assemblages combustibles irradiés de type REP UO2 ». L'ASN précise toutefois : « La délivrance du présent certificat ne préjuge pas de l'obtention, auprès de l'Autorité compétente, d'une autorisation d'exploitation d'une installation d'entreposage à sec de longue durée de colis TN Eagle contenant des assemblages combustibles usés » [[ASN](#), 21/12/2020].

ORANO a présenté au HCTISN (réunion du 8 mars 2022) un projet d'entreposage à sec des combustibles usés avec une « implantation » envisagée « sur le site de La Hague ». Le « design du bâtiment » permet de stocker 900 tonnes de combustible dans « 77 emballages » du modèle « TN[®]Eagle » pour des combustibles « MOX 5,3% » et « UOX (URE) 4,1% » [[HCTISN](#)].



Vue en perspective de l'emballage TN Eagle

« Orano va commencer fin 2023 la production en série à Cherbourg » avec « une capacité de production de dix emballages par an ».

Source, [La Presse de la Manche](#)

« En Allemagne, les combustibles usés sont entreposés dans des emballages de transport et d'entreposage de la série CASTOR[®]. (...) Plusieurs modèles existent tels que le CASTOR[®] V/19, qui permet d'entreposer jusqu'à 19 [assemblages] combustibles REP pour une puissance thermique totale maximale de 39 kW » [[Rapport IRSN n°2018-00003](#)], soit environ 2 kW de puissance résiduelle moyenne par assemblage combustible.

Conclusion de l'IRSN sur la possibilité d'entreposer à sec des combustibles français : « l'analyse de l'IRSN ne fait pas apparaître d'éléments rédhitoires à l'entreposage à sec d'une partie des combustibles usés MOX et URE d'EDF actuellement entreposés sous eau. Elle illustre en outre que des évolutions de concepts d'entreposage à sec pourraient permettre d'accueillir des combustibles usés de puissance thermique significativement supérieure à 2 kW. Il conviendrait toutefois d'examiner les options possibles, en intégrant l'ensemble des exigences de sûreté et de radioprotection afférentes ainsi que les contraintes industrielles » [[IRSN-2019-265](#)].

Sur les gestions de combustible REP d'EDF avec les divers taux d'irradiation associés aux puissances résiduelles des combustibles : désormais et pour les « Gestions prévisionnelles jusqu'en 2025 », les taux d'irradiation des combustibles sont inférieurs à 50 GWj/t, selon les « orientations adoptées par EDF pour la période 2015-2025 » citées par l'IRSN : « la stabilisation des gestions de combustibles à base d'uranium naturel enrichi (combustible UNE) (...) conduit à l'abandon des gestions à hauts taux de combustion dont le déploiement » avait été envisagé par EDF. Le GSIEN vous propose une synthèse des évolutions des différentes gestions de combustible jusqu'en 2025 (cf. tableau 1, page suivante).

Sur la gestion du MOX et de l'Uranium de retraitement enrichi (URE) irradiés, l'IRSN relevait « l'absence de traitement des combustibles usés MOX et URE sur la période considérée dans le dossier transmis. Ces combustibles usés sont, après déchargement des réacteurs, destinés à être entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague. EDF envisage toutefois de traiter ces combustibles usés après 2050 afin d'utiliser les matières récupérées pour la fabrication de combustibles destinés aux réacteurs dits de « quatrième génération » [[IRSN-2018-007](#)].

Problème, Astrid a été renvoyé aux calendes grecques :

« C'est au travers d'un article de presse, paru le 29 août 2019, que la décision de ne pas poursuivre le projet ASTRID au-delà de 2019 par la construction d'un prototype a été rendue publique. Elle a été confirmée le lendemain par un communiqué de presse du CEA annonçant le report de cette construction à la fin du siècle. Deux motifs ont été avancés : le prix de l'uranium durablement bas, qui ne justifiait pas dans l'immédiat d'investir dans de nouveaux réacteurs économes en ressources naturelles ; la nécessité d'approfondir les connaissances sur le cycle du combustible associé à ASTRID » [[OPECST](#), 8 juillet 2021].

Tableau 1 - Gestions de combustible suivant les paliers

Paliers	Actuelles (2018)	Prévisionnelles jusqu'en 2025
CPO (Bugey)	Cyclades UNE à 4,2% ²³⁵ U Burn up 47 GWj/t	Cyclades : pas de modification
CPY (900)	Garance UNE à 3,7% ²³⁵ U Burn up 44 GWj/t	Garance UNE : pas de modification
	Parité MOX - UNE à 3,7% ²³⁵ U + MOX à 8,65% de Pu (UNE 0,25% ²³⁵ U) Burn up 46 GWj/t	Parité MOX : - Augmentation de la teneur en Pu jusqu'à 9,08 % (équivalence avec UNE 3,7 %) - Passage de 22 à 24 tranches en 2018
P4 et P'4 (1300)	Gemmes UNE à 4% ²³⁵ U Burn up 45 GWj/t	Gemmes : pas de modification
N4 (1450)	Alcade UNE à 4% ²³⁵ U Burn up 45 GWj/t	Alcade : pas de modification
« La gestion « Garance URE » [Uranium de retraitement enrichi], déployée sur les quatre tranches de Cruas entre 2009 et 2013, est prévue d'être de nouveau déployée sur ces quatre tranches à partir de 2021 » ; déploiement repoussé en 2023/2024, ce combustible (fabriqué en Russie...) pourrait ne pas être déployé dans un futur proche. « Comme pour le combustible MOX, pour maintenir l'équivalence énergétique avec le combustible UNE à 3,7 % en ²³⁵U, la teneur en ²³⁵U devrait augmenter progressivement jusqu'à 4,25 % ». [Source, IRSN-2018-007 (cf. pages 22 et 23)]		
Légende UNE : Uranium naturel enrichi (oxyde d'uranium dénommé UO₂ ou UOX) MOX : uranium appauvri enrichi au plutonium Burn up : taux de combustion moyen		
Commentaire GSIEN : il est intéressant de noter que le MOX utilisé pour faire des économies d'uranium naturel va contraindre en fait de passer l'enrichissement en ²³⁵U de 3,7% à 4,25% de l'UNE chargé en complément du MOX dans les cœurs de 22 tranches de 900 MWe. En conséquence, la teneur résiduelle en ²³⁵U des combustibles irradiés sera supérieure à celle des combustibles classiques UNE. Mais où est donc l'économie ?		

Revenons sur la puissance maximale autorisée (2 kW) pour un entreposage à sec de combustible irradié. En fait, il faut moins de quatre années pour passer sous le seuil de 2 kW pour entreposer un assemblage UOX et près de 40 ans pour un MOX (irradiés à 50 GWj/t_{ML}) comme on peut le remarquer sur la Figure 1 ci-contre.

Le GSIEN a comparé le temps de refroidissement sous eau nécessaire à un assemblage de combustible pour passer sous le seuil des 2 kW d'un entreposage à sec en fonction des gestions de combustible passées et actuelles. L'enrichissement et le taux de combustion des combustibles cités dans le Tableau 2 (page suivante) contiennent les ordres de grandeurs de leur puissance résiduelle qui augmente avec la hausse du taux d'irradiation (Burn up) et surtout de l'utilisation de MOX. Pour le MOX, l'augmentation de sa teneur en plutonium (Pu), de 6% à 8,65%, allonge sa durée de refroidissement en piscine : une dizaine d'années pour les gestions passées (6%) et près de quarante ans pour les gestions actuelles (8,65%).

Il pourrait être judicieux de revenir à des gestions utilisant du combustible moins enrichi, permettant ainsi de réduire significativement les taux de combustion et les puissances résiduelles associées,

avec in fine des gains de temps de refroidissement en piscine avant entreposage à sec.

L'idéal serait bien sûr de ne plus utiliser de MOX : sur une période de quarante ans, on peut refroidir successivement en piscine 10 assemblages UO₂ des gestions actuelles dans l'emplacement occupé durant la même période par un seul assemblage MOX... La gestion de MOX irradié avec un enrichissement important en plutonium est une

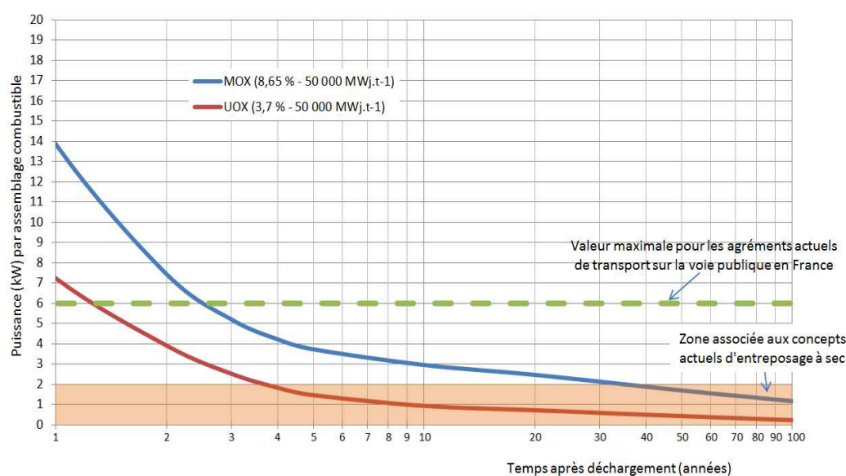


Figure 1 - Durée de refroidissement nécessaire avant entreposage à sec, pour des combustibles irradiés dans un REP en France

Source, [IRSN-2018-003](#)

des principales causes de l'engorgement des piscines de combustibles.

Le MOX est problématique à fabriquer, à entreposer et surtout problématique à retraiter avec « des verrous technologiques à résoudre » comme l'évoque l'IRSN : « s'agissant du multirecyclage des combustibles MOX, si le retraitement de combustibles MOX a été réalisé lors de campagnes de traitement limitées en quantité de combustible, la démonstration de sa faisabilité industrielle à grande échelle n'est pas acquise. En outre, les impacts liés à la mise en œuvre du plutonium issu de ce traitement, du point de vue de la radioprotection et de la sûreté (notamment l'évolution des caractéristiques du plutonium mis en œuvre - rayonnement ionisant, activité spécifique et puissance thermique plus importants - ainsi que l'augmentation globale des quantités de plutonium et d'actinides mineurs dans l'ensemble des installations du cycle), devraient être prises en compte dans les plans de valorisation associés » [IRSN-2021-180].

Le GSIEN rappelle l'existence d'une installation sus-citée sur le centre CEA de Cadarache dédié à des combustibles irradiés : « L'installation CASCAD, mise en service en 1996, assure l'entreposage à sec de combustibles irradiés. Elle est constituée d'un bâtiment en béton armé parallélépipédique, partiellement enterré, de 860 m² de surface au sol et de 15 m de hauteur » [IRSN-2022].

En 1998, un « [Rapport](#) de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques » y notait la présence de combustibles issus d'une ancienne centrale EDF : « **L'installation CASCAD, (...) assure l'entreposage à sec pour une durée maximale de 50 ans des combustibles EL4 de Brennilis et des combustibles des réacteurs embarqués de propulsion navale.** Le retour d'expérience de CASCAD est pertinent pour l'entreposage à sec des combustibles irradiés mais aussi pour celui des colis de verres contenant des déchets C (actinides mineurs et produits de fission). Sa capacité est de 315 puits dont un tiers environ seulement est occupé à la mi-98. Les trois priorités de construction de l'installation ont été le confinement des produits, l'évacuation de la puissance thermique et la tenue des équipements au séisme. La ventilation s'effectue par convection naturelle auto-régulée.

Le bilan de cette installation est largement positif : aucun problème sérieux de sûreté ou de manutention n'est apparu au cours des 7 premières années d'exploitation, mis à part les trois pannes de la ventilation nucléaire qui ont été sans gravité compte tenu du large délai pour intervenir, donné lors de la conception. L'autorisation de fonctionnement est donnée pour 50 ans. Il ne paraît pas impossible qu'elle puisse être étendue le moment venu.

En tout état de cause, l'expérience CASCAD nourrit la réflexion des équipes chargées au CEA du projet

Tableau 2 - Puissance résiduelle (en kW) par assemblage combustible dans le temps (en année) selon les gestions de combustible

Gestions de combustible	1 a	3 a	5 a	10 a	50 a	Sources
UO ₂ : 3,25% ²³⁵ U Burn up 33 GWj/t (campagnes annuelles)	5,55	1,79	0,98	0,59	0,28	MTE n° 50 EDF, 1983
UO ₂ : 4,5% ²³⁵ U Burn up 45 GWj/t ((campagnes 16 mois)	6,98	2,49	1,45	0,88	0,39	
MOX: UNE + PuO ₂ à 6% de Pu Burn up 45 GWj/t (campagnes 16 mois)	11,30	4,26	2,84	2,05	1,09	
UOX: 3,7% ²³⁵ U Burn up 50 GWj/t	7,3	3,5	1,5	1	0,4	IRSN-2018-003
MOX: 8,65% de Pu Burn up 50 GWj/t	13,8	5,2	3,7	3	1,7	

Notes :

Les valeurs des trois premières lignes sont calculées par le GSIEN à partir de documents d'EDF et du CEA
Les valeurs des deux dernières lignes sont extrapolées à partir de la figure 1 de l'IRSN

La puissance thermique du combustible irradié, ou puissance résiduelle, dépend du type de combustible (taux d'enrichissement initial en ²³⁵U pour tous les combustibles, plus en Pu pour le MOX), de son taux d'irradiation et de son temps de refroidissement (ou temps de désactivation). Selon un Mémento technique d'EDF, la « *Puissance résiduelle dégagée dans le combustible irradié* » est produite par les « *fissions résiduelles dues aux neutrons retardés (contribution efficace pendant une centaine de seconde)* », par « *la contribution des captures sur l'U238 (activité bêta et gamma de l'uranium 239 et du neptunium 239)* » et, après une quinzaine de jours de désactivation, par les seuls « *produits de fission (activité bêta et gamma)* » et aussi par les « *transuraniens (activité alpha, bêta et neutronique) formés pendant le fonctionnement du réacteur* »

[Source, MTE n°50 - Puissance résiduelle dégagée dans le combustible irradié - EDF, 1983].

Dans ce mémento, EDF a étudié l'évolution de la puissance résiduelle du combustible irradié (par tonne de métal lourd) en fonction du temps de désactivation pour divers enrichissements de combustible et divers taux d'irradiation. Afin d'estimer la puissance résiduelle d'un assemblage combustible, il nous faut connaître la « masse moyenne d'un assemblage combustible », en tonne de Métal lourd (t_{ML}). Nous l'avons calculé à partir des tonnages des combustibles de plusieurs cœurs trouvés dans le [Mémento sur l'énergie 2018](#) du CEA : 462,5 kg de métal lourd pour les tranches de 900 MWe et 539 kg pour les tranches de 1300 et de 1450 MWe.

"Entreposage de Très Longue Durée" (ETLD). Avec les premières ébauches élaborées par le CEA (...), apparaissent les lignes de force des difficultés à résoudre et des arbitrages à prendre » [\[L'aval du cycle nucléaire\]](#).

En 2017 ; l'IRSN indique la présence de « 318 conteneurs renfermant des étuis de combustible « Phénix » [EDF/CEA] (dénommés par la suite conteneurs « Phénix ») qui sont actuellement entreposés dans les puits de l'installation CASCAD. Après un entreposage transitoire dans l'installation ISAI, ces conteneurs « Phénix » seront expédiés à l'aide de l'emballage TN17-2 vers l'usine AREVA de la Hague pour y être retraités » [\[IRSN-2017\]](#).

Si CASCAD n'a pas vocation à entreposer du combustible REP, le CEA a tout de même acquis une certaine expérience dans l'entreposage à sec.

3-Augmentation de l'utilisation du MOX

« Modification du Décret d'Autorisation de Création de l'INB n° 115 relative au réacteur n° 4 du CNPE de Paluel - **Introduction d'assemblages de combustible précurseurs MOX dans le cœur du réacteur n° 4 du CNPE de Paluel** »

[Avis de l'IRSN du 22 décembre 2021](#)

Extraits de l'avis :

« Le décret d'autorisation de création (DAC) du réacteur n° 4 du CNPE de Paluel (INB n°115) du 3 avril 1981 n'autorisant pas l'introduction d'assemblages MOX, EDF a adressé à la mission pour la sûreté nucléaire et la radioprotection du ministère de la transition écologique une demande de modification du DAC pour permettre l'introduction de quatre assemblages de combustible MOX en tant que précurseur d'une future gestion MOX pour certains réacteurs de 1300 MWe.

(...)

Conception des assemblages MOX

Les quatre assemblages MOX prévus d'être irradiés dans le cœur du réacteur n° 4 du CNPE de Paluel sont de conception Framatome®. Ces assemblages MOX seront irradiés trois cycles dans un cœur composé d'assemblages d'oxydes d'uranium (UO₂) de conception Framatome usuellement exploités dans les réacteurs de 1300 MWe.

Par rapport à la conception des assemblages UO₂ exploités dans les cœurs de 1300 MWe, ces assemblages MOX ne se distinguent que par la conception des crayons de combustible, laquelle présente quelques différences mineures en termes de géométrie, mais se caractérise surtout par la présence d'une cale appelée « cale hafnium » emmanchée sur le bouchon inférieur du crayon combustible et la présence d'un insert en hafnium en partie supérieure du crayon.

(...)

L'IRSN rappelle que, ces dernières années, des anomalies ont été révélées pour les assemblages de combustible MOX irradiés dans les réacteurs du palier 900 MWe en gestion de combustible « PARITÉ MOX ». S'agissant des assemblages MOX qui seront exploités dans les cœurs de 1300 MWe, l'IRSN considère que les dispositifs en hafnium prévus dans la conception de ces assemblages MOX sont suffisants pour prévenir la remontée de flux aux extrémités de la colonne fissile et donc éviter des restrictions d'exploitation. **La résorption**

de l'anomalie liée à la présence d'îlots plutonifères devra en outre être effectuée en préalable à l'introduction « générique » d'assemblages MOX dans de futures recharges des cœurs de 1300 MWe prévue en 2028.

Commentaire GSIEN : ce problème est important car il met en évidence que le contrôle de la bonne homogénéité du mélange des deux oxydes (UO₂ et PuO₂) n'est pas réalisé à Melox, et ce n'est qu'au niveau du réacteur que des anomalies de flux neutronique mettent en évidence ces anomalies de fabrication. L'homogénéité de la répartition du Pu n'est pas contrôlée non plus au niveau du crayon combustible et ce doit être une **série** de pastilles à forte ou faible teneur en Pu qui conduit aux anomalies de flux.

En conclusion, l'IRSN estime acceptable, au plan de la sûreté, l'introduction de précurseurs MOX dans le cœur du réacteur n° 4 du CNPE de Paluel, sous réserve que les recharges effectives à venir ne s'écartent pas significativement des plans prévisionnels transmis par EDF en appui de sa demande de modification du DAC. L'IRSN estime en outre qu'EDF devrait mettre en place un programme de mesure expérimentale du fléchissement des crayons pour les assemblages MOX introduits dans le réacteur n° 4 du CNPE de Paluel afin de s'assurer de la robustesse des lois déterminant la pénalité de fléchissement ».

L'introduction de MOX en remplacement du combustible traditionnel (UO₂) est considérée comme une modification substantielle de l'INB. « EDF a déposé une demande de modification du DAC de Paluel le 29 décembre 2020 auprès du ministère de la transition écologique. Après instruction du dossier par l'ASN [délai réglementaire de trois ans], une enquête publique sera lancée durant laquelle la CLIN sera consultée (pas avant le 2^{ème} semestre 2022) » [\[CLIN\]](#), Commission locale d'information nucléaire de Paluel-Penly].

Au mois de mai, la « Mission communication » de la centrale nucléaire de Paluel a présenté à la CLIN son projet de modification du Décret d'autorisation de création (DAC) « en vue d'autoriser l'introduction de quatre éléments combustibles contenant du combustible MOX » dans le réacteur n°4 de Paluel [Introduction de 4 éléments de combustible MOX - EDF Paluel, 2022]. (Lors de cette présentation, EDF a présenté une vision idyllique du fumeux « cycle de combustible français », nous y reviendrons en pages 24 et 25).

Le « Plan stratégique d'entreprise EDF » prévoit « la mise en œuvre de ce combustible, avec l'objectif d'une première tranche 1300 MW moxée en 2028, sous réserve de sa compatibilité avec l'intérêt social de l'entreprise » [\[Plan stratégique EDF\]](#).

Lors de l'« Atelier filière nucléaire » (11/01/2018), EDF avance une date pour l'introduction générique de combustible MOX dans le palier 1300 : « à date, un planning réaliste (tenant compte de l'ensemble des études à conduire, des autorisations réglementaires, de la conception et de la qualification du combustible, de

l'introduction d'assemblages test et de la mise en œuvre d'une première recharge dans un réacteur TTS [Paluel 4], (...) conduit à un déploiement possible en 2032 » [[Commission nationale de débat public](#)].

Ce délai de conversion des tranches 1300 MWe au MOX peut sembler long mais il pourrait s'avérer trop juste compte tenu des réserves émises par l'IRSN et de la longueur de l'instruction du dossier.

Une des réserves de l'IRSN concerne *l'anomalie liée à la présence d'îlots plutonifères* du combustible MOX. Détectée en 2017, l'anomalie n'est toujours pas résorbée en 2022 et elle oblige EDF à recharger ses réacteurs "moxés" avec de l'UO₂ de base.

« EDF - REP - Palier CPY - Demande d'autorisation de modification notable - Parité MOX - VD3 - **Enchaînement de trois et quatre recharges successives sans MOX** »
[Avis de l'IRSN du 11 mai 2021](#)

Extraits de l'avis :

« Malgré des actions de maintenance et d'amélioration des processus de fabrication du combustible MOX, des difficultés persistantes sont rencontrées à l'usine de fabrication de MÉLOX, ce qui conduit à des manques de fourniture en assemblages de combustible MOX dès le début de l'année 2020. Dès lors, EDF a été amené à mettre en œuvre pour plusieurs réacteurs un enchaînement de deux recharges successives sans assemblage de combustible MOX neuf (appelé par la suite dossier « double 0 MOX ») qui a fait l'objet d'une autorisation par l'ASN en février 2020 [3]. Cette demande de modification prévoit une limitation de la durée de fonctionnement en FPPI [Fonctionnement Prolongé à Puissance intermédiaire] à huit jours en cas d'un enchaînement de deux recharges successives sans MOX.

Actuellement, les difficultés de fabrication d'assemblages de combustible MOX persistent toujours à l'usine MÉLOX. EDF sera alors amené, dès 2021, à mettre en œuvre pour plusieurs réacteurs un enchaînement de trois et quatre recharges successives sans assemblage de combustible MOX neuf ».

Les difficultés persistantes de l'usine MELOX (ORANO) à fabriquer du MOX sans îlots plutonifères conduisent à "démoxer", recharges après recharges, le parc 900 MWe. Est-il alors judicieux de tenter d'introduire du MOX dans les réacteurs de 1300 MW ?

C'est fin 2019 que l'ASN a publié un « **événement significatif affectant le combustible MOX** de certains réacteurs de 900 MWe ». Dans l'[avis d'incident](#) (INES 1), l'ASN note :

- « **la présence potentielle, dans les pastilles de combustible MOX, de particules plutonifères de tailles supérieures aux spécifications usuelles** ;
- un phénomène de remontée de flux neutronique aux extrémités basse et haute des assemblages de combustible MOX plus important qu'anticipé.

(...)

Cet événement significatif, qui avait initialement été classé au niveau 0 de l'échelle INES en 2017, a conduit EDF à mettre en œuvre des mesures compensatoires d'exploitation sur les réacteurs concernés ainsi que des

modifications dans la chaîne de fabrication du combustible MOX.

La survenue en 2019 de nouvelles difficultés lors de la fabrication du combustible MOX montre que les actions correctives mises en œuvre ne permettent toujours pas d'exclure la présence occasionnelle de particules plutonifères de tailles supérieures aux spécifications usuelles. Des actions correctives complémentaires ont donc été mises en œuvre dans le but de réduire leur occurrence.

Par ailleurs, EDF a identifié en 2019 que la remontée de flux neutronique plus importante qu'anticipée concerne non seulement le bas de l'assemblage, comme cela a été mis en évidence en 2017, mais également le haut. EDF a donc défini des mesures compensatoires d'exploitation complémentaires ».

A en croire l'IRSN et l'ASN, ces mesures n'ont pas encore montré leur efficacité...

En juillet 2021, l'ASN a sollicité l'IRSN sur l'impact des problèmes de l'usine MELOX sur le « Cycle du combustible nucléaire » :

« **Impact des scénarios de mix énergétique et de la production actuelle de l'usine MELOX** »

[Avis IRSN du 4 mars 2022](#)

Extraits de l'avis :

« L'ASN demande à l'IRSN d'examiner plus particulièrement :

- la pertinence des hypothèses retenues par les exploitants au regard des scénarios de mix énergétique spécifiés par l'ASN et de la production de l'usine MELOX ;
- l'évolution dans la durée des flux et des quantités entreposées de plutonium, y compris sous forme de rebuts de fabrication de combustibles MOX (dits rebuts MOX), au regard des capacités d'entreposage disponibles et de leur saturation possible ;
- l'identification des éventuelles difficultés ou contraintes liées aux évolutions présentées par les exploitants qui pourraient entraîner des conséquences, d'une part sur les capacités des installations de traitement des assemblages combustibles usés, de fabrication d'assemblages combustibles à base d'oxydes mixtes d'uranium et de plutonium (MOX) et des transports, d'autre part sur le fonctionnement du cycle du combustible ;
- la gestion des rebuts MOX conditionnés en boîtes [voir l'encadré page 9 sur les rebuts de plutonium], en se fondant sur les bilans annuels présentés par Orano Recyclage et les perspectives de production de l'usine MELOX, ainsi que la pertinence des scénarios définis pour la reprise de ces rebuts ».

Conclusion de l'avis :

« Sur le principe, l'étude transmise par les exploitants du cycle du combustible en réponse à la demande D14 de l'ASN relative à l'analyse des effets, sur le cycle du combustible, des scénarios de mix énergétique retenus dans le décret fixant la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) apporte les éléments attendus. Elle conclut en particulier à une date de saturation possible des entreposages de combustibles usés plus tôt que celle estimée dans le dossier « Impact Cycle 2016 », du fait notamment de la prise en compte du retour d'expérience

du fonctionnement des installations du cycle entre 2015 et 2020.

Toutefois, l'IRSN souligne que les conclusions de cette étude ne sont plus applicables à la situation actuelle de fonctionnement du cycle du combustible. En effet, les difficultés de production de l'usine MELOX conduiront à la saturation des entreposages de plutonium à court terme. Par ailleurs, la baisse de la capacité de traitement des assemblages combustibles usés de l'établissement Orano Recyclage de La Hague (fonctionnement de l'usine UP3-A avec deux évaporateurs PF [Produits de fissions] depuis décembre 2021, arrêt prochain des usines de cet établissement pendant plusieurs mois pour la mise en service de nouveaux évaporateurs PF) avance encore l'échéance d'une possible saturation des entreposages actuels d'assemblages combustibles. Enfin, cette échéance pourrait être mise en cause en cas de nouvel aléa affectant cette capacité de traitement.

Aussi, par rapport au dossier « Impact Cycle 2016 », les exploitants ont été amenés à définir de nouveaux projets pour accroître, à court terme, certaines capacités d'entreposage. L'IRSN considère que les exploitants doivent présenter au plus tôt les jalons de réalisation de ces projets. Au regard des éléments précités, l'IRSN considère que, parmi les nouveaux projets présentés, la densification des piscines C, D et E de l'établissement de La Hague semble être la seule solution dont la mise en œuvre est compatible avec les besoins d'entreposage identifiés par les exploitants. Pour autant, l'IRSN estime que la densification de ces piscines ne saurait être envisagée que comme une solution transitoire dans l'attente de la nouvelle piscine d'entreposage d'EDF. En outre, l'IRSN considère qu'Orano Recyclage doit présenter une stratégie de traitement des rebuts MOX afin de résorber les quantités entreposées sur son établissement de La Hague.

Plus globalement, pour l'IRSN, la situation actuelle, qui conduit les exploitants à prendre des actions à court terme, n'est plus cohérente avec les objectifs d'anticipation de la démarche cycle, ni avec le processus d'études et d'analyses associé (dossier tous les 10 ans, valeurs moyennes, non prise en compte de certains flux...). En ce sens, l'IRSN estime qu'il convient qu'EDF, en lien avec les exploitants du cycle du combustible, anticipe davantage les évolutions possibles du cycle, sur la base d'une réévaluation régulière des études en tenant compte des effets de la PPE sur le cycle du combustible, de l'avancement des projets associés et de la réalisation d'études de sensibilité sur les paramètres les plus influents. L'objectif est, en cas d'aléas, de permettre la définition des meilleures solutions possibles en termes de sûreté et de radioprotection » [IRSN].

Une première solution a été trouvée pour "gérer" les rebuts de MOX. Dans un avis de l'IRSN (avril 2022) rappelle que « depuis 2018, l'usine MELOX rencontre des difficultés d'exploitation qui ont conduit à la génération d'une importante quantité de RBM [« rebuts boîte MOX »] et par voie de conséquence à la saturation, au cours de l'année 2022, des entreposages de plutonium de l'Établissement Orano de La Hague. Aussi, Orano a décidé de créer un nouvel entreposage pour les RBM dans un local existant

de l'atelier BST1 », un atelier de l'usine d'extraction de plutonium UP2-800 [AVIS IRSN du 8 avril 2022]. Mais ce local, « conçu pour accueillir 378 boîtes de ces rebuts de MOX », devrait se remplir rapidement. Selon [La Presse de la Manche](#) (26 mai 2022), « après l'atelier BST1, un dossier pour 690 emplacements supplémentaires a été déposé mi-mai auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire. Les aménagements sont cette fois prévus sur l'atelier R4, toujours sur l'usine UP2-800. L'objectif est une mise en service d'ici le premier trimestre 2023 ».

Le MOX c'est fantastique, avant même son irradiation, sa fabrication génère des quantités importantes de déchets à stocker, pardon de rebuts à entreposer. Définition de « rebut » avec le [Larousse](#) : « Ce qu'il y a de plus mauvais dans quelque chose et qui est laissé de côté : le rebut d'une fabrication. Synonymes : déchets - résidu ».

Nucléaire : pannes en série dans le recyclage du combustible Reporterre, le 2 mai 2022

La France a choisi de retraiter l'uranium qu'elle utilise pour faire tourner ses réacteurs nucléaires. Las, des dysfonctionnements en série ont conduit à un « engorgement non anticipé » de déchets.

[1/2] Les combustibles, casse-tête du nucléaire français

Le nucléaire dépend du cycle de son combustible, l'uranium, de sa transformation jusqu'à la gestion de ses déchets. La France a choisi de le retraiter, afin qu'il puisse être réutilisé, non sans générer des déchets. Mais plusieurs installations essentielles dysfonctionnent, et le système s'engorge. Enquête en deux volets.

Dans l'univers nucléaire, le réacteur n'est que l'arbre qui cache la forêt d'installations, de processus et d'étapes nécessaires avant que le moindre kilowattheure n'alimente l'appareil depuis lequel vous lisez cet article. De par leur technicité, ces processus font rarement la Une des journaux, contrairement aux annonces prévoyant la construction d'un, deux, six voire dix réacteurs. Dommage car le nucléaire français dépend entièrement de ce que l'on appelle l'industrie du cycle du combustible — l'uranium qui fait tourner les réacteurs.

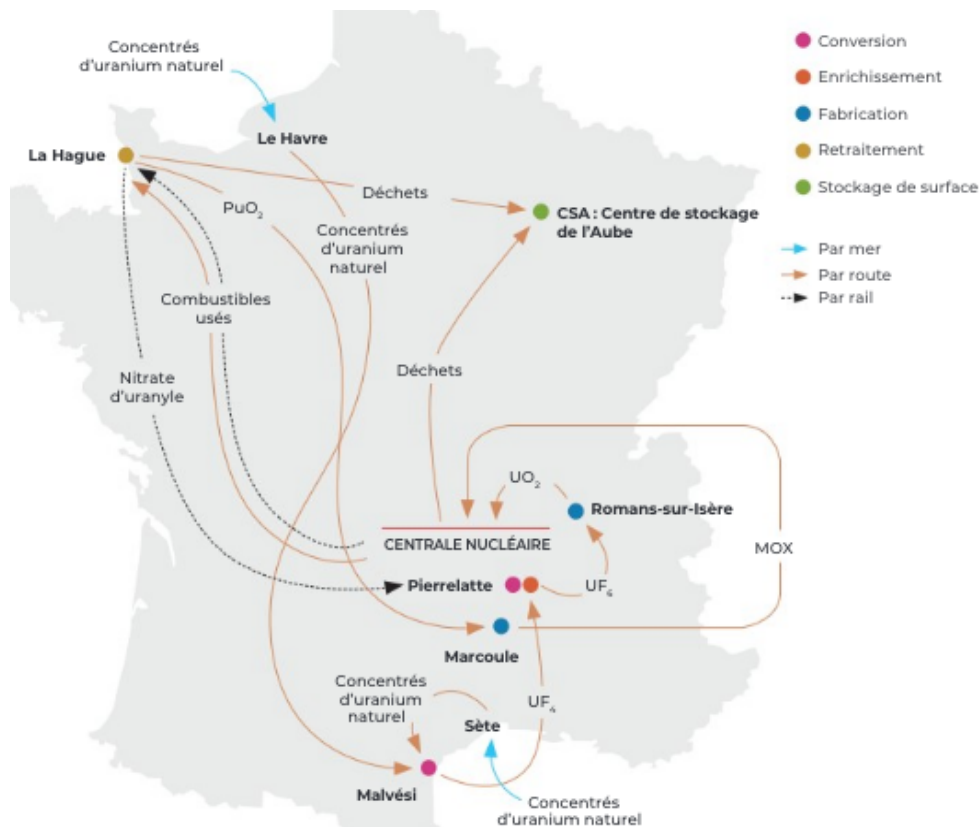
À la différence des autres pays recourant à l'énergie nucléaire, la France traite le combustible usé, c'est-à-dire l'uranium qui a donné son énergie par la fission durant quatre années dans les réacteurs. Ce retraitement conduit à la réutilisation — en faible proportion toutefois, de l'ordre de 10 % [de matière]. Ce retraitement implique un enchevêtrement de chevilles ouvrières vitales. Corrosion de cuves, « pastilles » de combustible ratées, entassement de déchets... Certaines de ces chevilles dysfonctionnent au point de mettre en péril la filière, via un jeu de dominos.

Le retraitement s'opère à l'usine de La Hague (Cotentin), où deux unités de production appelées UP3-A et UP2-800 assurent le processus. En quoi cela consiste-t-il ? Un assemblage de combustible usé [irradié] est cisailé pour

être ensuite dissout dans de l'acide nitrique. Un procédé chimique sépare alors uranium et plutonium [simultanément] tandis que la partie résiduelle est composée de « produits de fission » [et de transuraniens]. Ceux-ci sont ensuite chauffés au sein d'évaporateurs qui les concentrent au maximum pour réduire leur volume avant vitrification. Ce sont les fameux « déchets ultimes », hautement radioactifs pour des milliers d'années, que l'industrie nucléaire voudrait enfouir à Bure (Meuse).

Ces six évaporateurs, trois par usine, constituent donc le rouage clef du dispositif. Conçus dans les années 1980, ils sont constitués d'un acier ultrarésistant à la corrosion [par l'acide nitrique] et enfermés dans des cellules en béton inaccessibles et pilotés à distance via des automates. Mis en service entre 1989 et 1994, ils étaient prévus pour une durée de fonctionnement de trente ans. Trente ans ? Nous y sommes [ou presque]. Les premières mesures d'épaisseur de cet acier ont été réalisées par Areva (devenue depuis Orano) en 2012 à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), dans le cadre du premier réexamen périodique décennal de l'usine UP3-A. Areva a complété ces mesures en 2014 et 2015 [qui ont confirmé l'importance de l'usure]. Un plan de remplacement est prévu depuis 2016, date à laquelle l'ASN a validé l'ajout de six nouveaux évaporateurs en parallèle aux six existants, lesquels ne seront pas déconstruits [car trop irradiants pour être rapidement démantelés].

prévu, les études avaient été lancées en 2015, les terrassements l'année suivante », indique un porte-parole d'Orano à Reporterre. Coût du chantier : 700 millions d'euros, « comprenant la fabrication métallurgique des évaporateurs par Orano Temis à Valognes (Manche) et la construction de deux bâtiments annexes contigus ». Leur mise en service est prévue pour les usines UP3 et UP2-800 en mars 2023 et mars 2024. « Cela se traduira encore par quelques mois d'arrêt... donc une production réduite. Heureusement, les deux chantiers seront lissés dans le temps », prévient Cédric Messier de l'ASN.



Transports associés au cycle du combustible en France © ASN-Rapport 2020

L'usine UP3-A fonctionne désormais aux deux tiers de sa capacité

Mais la vitesse de corrosion de l'un des anciens évaporateurs a surpris Orano. Au lieu des 14 millimètres initiaux, l'épaisseur de la cuve du plus usé d'entre eux atteint par endroits 7 millimètres. « C'est un critère d'arrêt de l'équipement », indique à Reporterre Cédric Messier, directeur des déchets, des installations de recherche et du cycle du combustible à l'ASN. Le plus corrodé des évaporateurs ayant été définitivement placé hors service, l'UP3-A fonctionne désormais aux deux tiers de sa capacité.

Le chantier de remplacement est digne des travaux herculéens propres au nucléaire. Car les évaporateurs doivent être installés dans des bunkers en béton armé de 30 mètres de haut, dont les trois-quarts enterrés, et d'1,5 mètre d'épaisseur. Pour plus de sûreté, les ingénieurs d'Orano prévoient 18 millimètres d'acier inoxydable, 4 de plus qu'auparavant. L'industriel relativise l'ampleur de la manipulation. « Leur remplacement était de toute façon

Dysfonctionnements dans l'usine gardoise qui traite le plutonium

Or le principe du retraitement est un jeu d'équilibriste assez subtil : une fois retraité, le combustible génère, entre autres [1], 1 % de plutonium qui entre dans la composition d'un nouveau combustible, le MOX, un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium. Le MOX est ensuite utilisé dans 22 des 58 réacteurs du parc français [56 depuis l'arrêt de Fessenheim].

Et voici le deuxième dossier qui inquiète les experts du cycle du combustible : les problèmes rencontrés par Melox, l'usine de fabrication du MOX à Marcoule (Gard) à un millier de kilomètres de La Hague. Cette installation est au cœur de la stratégie de réemploi du plutonium français. Mais « depuis 2015, l'usine connaît un certain nombre de dysfonctionnements et accuse de sérieux problèmes de production », dit à Reporterre Igor Le Bars, directeur de l'expertise sûreté à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). En clair, Melox produit beaucoup plus de pastilles de MOX ratées — des rebuts — que prévu.

Orano associe ces problèmes à un changement d'ingrédient dans sa recette. Pour fabriquer le MOX, il faut associer de l'oxyde d'uranium appauvri (UO₂) et de l'oxyde de plutonium (PuO₂). L'uranium appauvri provenait d'une installation basée à Pierrelatte (Drôme) qui fabriquait selon le procédé « voie humide », mais fermée à la suite d'un « examen décennal non concluant ». La nouvelle poudre provient d'une autre installation d'Orano, située à Lingen, en Allemagne. Là-bas, L'UO₂ est obtenu selon le procédé « voie sèche » [2]. Or, l'ingrédient allemand a posé problème : la poudre n'a pas la même granulométrie que celle par voie humide. Les grains, beaucoup plus fins, se dispersent plus facilement et provoquent toutes sortes de problèmes. « *Le plus important est la finesse et l'homogénéité du mélange, il ne faut pas retrouver des "grumeaux", c'est à dire des amas de plutonium* », explique Igor Le Bars. Au cours de la confection du MOX, on apporte aussi quelques adjuvants, un lubrifiant (pour beurrer le moule de la pastille, en quelque sorte) mais aussi une sorte de levure qui va servir à « aérer » le mélange.

Solidité, texture... les pastilles sont donc de différentes natures. Pour remédier au problème, Orano est revenu à la voie humide en testant une autre poudre, cette fois en provenance de Suède (usine de l'américain Westinghouse), dont la qualification est attendue pour 2022. En parallèle, l'industriel fait construire un nouvel atelier sur son site historique de Malvézi (Aude) pour produire sa poudre selon le même procédé, mais en France. Coût de l'investissement : 70 millions d'euros.

« Engorgement non anticipé des lieux d'entreposage de plutonium »

Ainsi, depuis 2015, les rebuts — les pastilles ratées — de Melox représentent une « part très significative » de la production, supérieure à 50 % selon nos informations. « *Ils ont été multipliés par deux ou trois* », selon un porte-parole d'Orano. Une partie de cette matière peut être réinjectée dans la production de MOX. Mais au-delà de 13 % du flux de production, le reste des déchets est conditionné pour être entreposé... dans l'usine de La Hague. « *Cette situation, qui perdure depuis plusieurs années, a conduit à un engorgement non anticipé des lieux d'entreposage spécifiques de plutonium* » dans l'usine du Cotentin, selon les conclusions du Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) [cf. Synthèse ci-après]. Des combustibles usés moins retraités à La Hague d'un côté, du MOX au rebut, des matières plutonifères qui s'entassent... Cet embouteillage de matières représente l'un des nœuds gordiens du cycle du combustible, que nous explorerons dans le second volet de cette enquête.

<https://reporterre.net/>

Information relative à l'entreposage des combustibles usés en France

Synthèse de la 60^e réunion plénière du HCTISN
8 mars 2022

Introduction

L'industrie du « cycle du combustible » est constituée de l'ensemble des installations nucléaires concourant à la production des combustibles neufs, au retraitement de certains combustibles usés à la suite de leur utilisation en réacteurs, à leur entreposage en attente de définition de leur devenir, à la valorisation des produits issus du retraitement et à la gestion des déchets. Ces installations, dont chacune est quasi unique, constituent les maillons d'une chaîne dont le fonctionnement peut être perturbé si l'une d'entre elles est défaillante.

Le fonctionnement global du « cycle du combustible » et des installations associées pouvant avoir un impact sur l'inventaire des entreposages, ils constituent un point d'attention stratégique majeur pour le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), ainsi que pour l'ensemble de ses parties prenantes. En effet, une accumulation non maîtrisée ou non anticipée de matières ou déchets radioactifs dans les installations (les piscines de refroidissement notamment) pourrait conduire à devoir les faire évoluer à court terme et avoir des répercussions sur le fonctionnement des centrales nucléaires.

À la suite de difficultés industrielles rencontrées depuis plusieurs années et qui perturbent ces équilibres, le Haut comité a souhaité consacrer sa réunion plénière du 8 mars 2022 à un bilan d'ensemble de la gestion des combustibles usés, avec tous les acteurs concernés. L'objectif est de disposer, dans la continuité du rapport du Haut comité intitulé « *Présentation du « Cycle du combustible » français en 2018* », d'une information complète sur les capacités d'entreposage actuelles, les scénarios d'évolution de ces capacités à court et moyen terme au regard de l'état des installations du « cycle » et les solutions envisagées par les exploitants (EDF et Orano) pour prévenir notamment la saturation des entreposages de ces installations.

La présente note résume les enseignements de la journée du 8 mars 2022 et présente les travaux envisagés par le Haut comité pour maintenir une dynamique de transparence sur ce sujet d'intérêt majeur.

Rappels concernant le fonctionnement nominal du « cycle du combustible »

La gestion des combustibles usés mise en œuvre en France est qualifiée de « cycle du combustible ». Il s'agit en effet d'une gestion pour laquelle une partie des combustibles usés sortant des réacteurs (combustibles usés à base d'uranium naturel enrichi (dits UNE) et plutonium extrait de ces combustibles) subissent un retraitement dans des usines spécialisées pour être recyclées. Cette gestion s'oppose aux pratiques mises en œuvre dans d'autres pays, qui consistent à ne pas recycler

les combustibles usés et à les entreposer d'emblée en tant que déchets en attendant un stockage définitif.

Le parc nucléaire français utilise en premier lieu du combustible obtenu à partir de l'enrichissement d'uranium naturel (UNE). Après avoir été utilisé dans un réacteur et jusqu'à son épuisement pendant 4 ans environ, ce combustible UNE est d'abord entreposé dans une piscine adossée à ce réacteur (piscine dite BK) pour permettre sa désactivation, puis transporté vers l'usine d'Orano à La Hague où il est entreposé sous eau. Il fait alors l'objet d'un retraitement à l'issue duquel sont séparés l'uranium résiduel (95 % du combustible irradié), qui est alors dit de retraitement ou « URT », le plutonium (1 %) et les déchets ultimes (4 % constitués de produits de fission et d'actinides mineurs) destinés, en l'état des projets, à être stockés dans l'installation Cigéo.

Le plutonium produit à l'issue de ce retraitement est associé à de l'uranium appauvri pour être valorisé comme combustible dit MOX (pour Mélange d'Oxydes de plutonium et d'uranium appauvri). Ce combustible MOX est utilisé dans certains réacteurs du parc français (actuellement 22 réacteurs de 900MWe de type CPY). Quant à l'uranium de retraitement (URT), il n'est plus valorisé par EDF depuis 2013 pour des raisons industrielles, économiques et environnementales (notamment, l'impact associé aux effluents produits par l'installation d'enrichissement de l'URT, qui est située hors de France). EDF a décidé récemment, après notamment l'amélioration du traitement des effluents issus de l'enrichissement de l'URT, de reprendre le recyclage de l'uranium de retraitement (URT). Pour le parc français, l'utilisation de l'uranium de retraitement permet une économie d'uranium naturel de l'ordre de 10 à 15 % à l'équilibre des flux [ne faudrait-il pas s'interroger sur le coût prohibitif de cette économie ?].

Ces éléments sont schématisés dans l'annexe 1 [Cette annexe n'est pas publiée dans ce numéro de la Gazette. Cependant, vous trouverez un schéma de cycle du combustible similaire (page 25) issu du Rapport ASN 2021].

Besoins d'entreposage de combustibles usés à moyen et long terme

Le Haut comité a demandé d'une part à la Direction générale de l'énergie et du climat du Ministère de la transition écologique, d'autre part à EDF et Orano, de dresser un état des lieux précis des quantités de matières et déchets radioactifs en France.

Il a ensuite invité EDF et Orano à présenter des scénarios d'évolution des flux de matières du « cycle » à court et moyen terme en prenant en compte l'ensemble des éléments de contexte susceptibles d'avoir un impact sur cette évolution.

- D'abord, le « fonctionnement nominal » du cycle conduit à la production et à l'utilisation, chaque année, de combustibles MOX représentant environ 100 tMLi (tonnes de métal lourd initial). Après évacuation des centrales, ces combustibles usés sont entreposés dans les piscines de la Hague et, dans la mesure où il n'est pas envisagé de les retraiter à court ou moyen terme, ils requièrent une solution d'entreposage de longue durée.

Ce fonctionnement nominal conduit donc à une augmentation de l'inventaire de combustibles usés entreposés. C'est pourquoi, dès 2010, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) avait identifié, dans le cadre de l'analyse périodique de la « cohérence du cycle du combustible », la nécessité qu'EDF développe, pour les combustibles qu'elle ne prévoit pas de retraiter à moyen terme, des capacités d'entreposage supplémentaires disposant d'un haut niveau de sûreté.

- Depuis 2017, la quantité de plutonium à entreposer augmente fortement du fait des difficultés industrielles de l'usine Mélox exploitée par Orano dans le Gard, qui assure la fabrication des assemblages de combustible MOX, notamment pour les réacteurs français qui utilisent ce type de combustibles. En effet, il y a quelques années, Orano est passé, pour cette fabrication, d'un mode dit « en voie humide » à un mode dit « en voie sèche ». Orano a présenté au Haut comité la situation de cette usine et exposé les difficultés rencontrées quant à la cadence de production, avec l'uranium provenant de la voie sèche, de combustibles MOX répondant aux exigences de qualité imposées pour la sûreté de leur utilisation en réacteur. Les pastilles qui ne satisfont pas à ces critères de qualité sont qualifiées de « rebuts MOX ». Une partie de cette matière est recyclée à Mélox mais, au-delà d'une certaine quantité correspondant à environ 13% du flux de production, ils sont conditionnés puis envoyés [par convoi routier assez coûteux] pour entreposage à l'usine de la Hague. Cette situation, qui perdure depuis plusieurs années, a conduit à un engorgement non anticipé des lieux d'entreposage spécifiques de plutonium dans l'usine de la Hague.
- Par ailleurs, du fait de la corrosion plus rapide que prévue des évaporateurs-concentrateurs de produits de fission des deux usines de retraitement des combustibles usés de La Hague, Orano a dû mettre à l'arrêt une usine de ce site de septembre à décembre 2021. L'usine fonctionne à nouveau avec deux des trois évaporateurs, ce qui réduit sa capacité de traitement. Depuis 2015, Orano a entrepris la construction de nouveaux évaporateurs, destinés à prendre le relai des évaporateurs actuels en 2023. Les raccordements vont entraîner un arrêt de chaque usine pendant quelques mois, ce qui conduit à une augmentation de la quantité des combustibles usés entreposés en piscine.
- Enfin, des stocks d'uranium de retraitement (URT) sont entreposés sous forme d'oxydes, sur le site de Pierrelatte, dont une partie est [avait été] envoyée en Russie par Orano et par EDF. Cette dernière a repris depuis 2021 l'envoi de lots pour ré-enrichissement. Les événements actuels en Russie constituent un élément supplémentaire à prendre en compte dans le calendrier de saturation, même si la situation des entreposages de Pierrelatte présente une marge relative et qu'une nouvelle installation est en cours de finalisation pour une mise en service prévue début 2023 [Depuis la réunion du 8 mars 2022, EDF a indiqué au Secrétariat du HCTISN que s'il n'est plus possible de travailler avec la Russie compte tenu des événements actuels en Ukraine, des combustibles à l'Uranium Naturel seraient chargés sur Cruas et l'utilisation de l'URT serait retardée].

Sur la base de ces éléments, les exploitants ont présenté au Haut comité différents scénarios prospectifs bâtis sur des hypothèses plus ou moins favorables quant à la reprise d'un fonctionnement normal des différentes usines du « cycle ». Les scénarios étudiés conduisent, pour le schéma de référence optimiste, à une saturation possible des piscines de la Hague en 2030 voire en 2029 (v. *infra* l'avis de l'IRSN), pour le plus pessimiste en 2024. Par ailleurs les installations d'entreposage de plutonium devraient atteindre leur seuil de saturation en avril 2022, soit dans quelques jours à partir de la publication de cette note.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a rendu à l'ASN le 4 mars 2022 un avis relatif au fonctionnement actuel du cycle (IRSN/2022-00049), en lien avec les enjeux de sûreté et de radioprotection des installations associées. Sur la base des analyses réalisées par les exploitants mais aussi de simulations réalisées avec ses propres outils, l'IRSN confirme ces horizons temporels et insiste sur le contexte de grande sensibilité du « cycle du combustible » aux aléas. **La situation des entreposages de plutonium et de combustibles usés présente ainsi maintenant très peu de marges.** En particulier, toute poursuite d'un fonctionnement dégradé de l'usine Mélox pendant plusieurs mois ou années, de même que tout ralentissement de la cadence de traitement des usines de la Hague (qu'il soit le fait d'une saturation des entreposages de plutonium, d'une indisponibilité supplémentaire d'évaporateurs, du retard dans la construction des nouveaux évaporateurs...) se traduirait par l'augmentation des entreposages de combustibles usés de la Hague puis, par répercussion en amont, par la saturation possible des piscines d'entreposage des différents réacteurs d'EDF sur le territoire. Dans le cas extrême, ces réacteurs pourraient devoir être mis à l'arrêt, par impossibilité de les recharger à l'échéance prévue. En ce sens, l'IRSN estime nécessaire que les projets mis en œuvre par les exploitants pour faire face à cette situation (cf. *infra*) fassent l'objet d'un suivi permettant de réagir à d'éventuels aléas affectant leur avancement.

Comme il l'avait fait en janvier 2022 à l'occasion de ses vœux à la presse, le président de l'ASN a alerté, en séance du Haut comité, sur cette fragilité inédite du système de production nucléaire français.

Afin de disposer de capacités d'entreposage supplémentaires, EDF a fait le choix de construire une nouvelle piscine « centralisée » dont elle a présenté les options de sûreté en 2017. Cette piscine prendrait en charge l'ensemble des assemblages combustibles MOX usés, ainsi que d'autres combustibles dont EDF ne prévoit pas le retraitement à moyen terme, tels que les assemblages combustibles constitués à base d'uranium de retraitement ré-enrichi (URE), qui ont été chargés entre 1994 et 2013 dans les réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas.

EDF prévoit actuellement de construire cette installation sur le site de la Hague et a engagé une concertation avec l'appui de garants de la Commission nationale du débat public (CNDP). Cette concertation est actuellement

suspendue et devrait reprendre le 20 juin, jusqu'au 8 juillet 2022, dès que les conditions pour un dialogue serein seront réunies.

En tout état de cause, la mise en service de cette piscine est prévue en 2034. Cette mise à disposition de capacités d'entreposage supplémentaires avec au mieux 4 à 5 années de retard par rapport au besoin rend nécessaire la mise en œuvre de « parades » par les industriels, besoin déjà souligné par l'ASN dans son rapport d'octobre 2018 sur le « cycle du combustible ».

Commentaire GSIEN : la 2^{ème} réunion de "concertation" sur le projet de piscine, prévue le 28 juin 2022 à Cherbourg, n'a pas pu se tenir car les opposants étaient massivement présents dans la salle, ce qui a conduit les organisateurs à arrêter la rencontre. Quant à la dernière, le 6 juillet à Beaumont-Hague, elle a également été très agitée.

Parades envisagées pour faire face à une saturation des entreposages actuels d'ici la fin de la décennie

EDF et Orano ont présenté au Haut comité l'actualité de leurs travaux portant sur quatre pistes pouvant constituer de telles parades :

- **Le projet de densification des piscines de la Hague**, porté par Orano. Il vise à augmenter d'environ 30 % à terme les capacités d'entreposage de trois des piscines de l'établissement de La Hague [piscines C, D et E] par l'usage de nouveaux paniers d'entreposages plus compacts et par la réduction de la distance entre chaque panier. Cette solution vise à permettre l'entreposage d'une plus grande quantité de combustibles dans un même volume de piscine (des 12 000 [11 990] tonnes actuelles à 15 600 tonnes). Les options de sûreté définies par Orano à ce titre ont été présentées et ont fait l'objet de débats pluralistes dans le cadre d'un sous-groupe travail du groupe de suivi du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) courant 2021. L'ASN a fait part à Orano de sa position sur ces options de sûreté (11 février 2022). Elle a notamment indiqué que cette parade devrait être temporaire et ne pas se substituer à la vocation des piscines précitées qui est d'entreposer « à des fins de retraitement », et qu'elle a l'intention de ne l'autoriser qu'au « juste besoin ». Orano envisage à présent le dépôt d'une demande officielle de modification notable de ses installations à septembre 2023, en vue d'une mise en œuvre progressive à compter de début 2024.
- **L'augmentation du nombre d'assemblages MOXés dans les cœurs des réacteurs qui peuvent ou pourraient utiliser du MOX et le « moxage » des réacteurs de 1300 MWe** : Ce projet, conduit par EDF et bientôt soumis à l'ASN, consisterait à passer ponctuellement les recharges en MOX de 12 à 16 assemblages dans les réacteurs de 900 MWe capables de recevoir ce combustible. Toujours dans une perspective d'équilibre du « cycle » mais à plus long terme (environ 2032), EDF travaille sur un projet de « moxage » des réacteurs de 1300 MW (avec une première étape d'essais envisagée à Paluel 4 en 2024), ce qui constituerait un levier supplémentaire pour consommer le stock de plutonium en économisant des

ressources naturelles en uranium naturel et permettre ainsi de réduire les combustibles usés entreposés.

- L'introduction de recharges MOX sur des réacteurs de 1300 MWe sera instruite dans le cadre de leur 4^{ème} réexamen décennal. Ces leviers supposent également que l'usine Mélox soit en capacité de fournir des assemblages MOX supplémentaires, ce qui n'est pas le cas actuellement (voir ci-dessus).
- **le projet d'entreposage à sec de combustibles usés**, dans des emballages de transport et d'entreposage développés par Orano : ce projet, inspiré d'entreposages réalisés dans des pays ne pratiquant pas de retraitement, est étudié par Orano en lien avec EDF. Il concernerait notamment des combustibles MOX et URE usés entreposés depuis plus de 15 ans, donc à faible puissance résiduelle. Des échanges sont en cours avec l'ASN et l'IRSN, sur la base d'un dossier d'options de sûreté déposé fin 2021. Un tel projet nécessitera ultérieurement une autorisation spécifique, délivrée par décret pris après enquête publique. Orano et EDF ont confirmé au Haut comité qu'ils déposeraient auprès de l'ASN un projet plus abouti d'entreposage à sec en 2022, mais qu'ils envisagent ce type d'entreposage de manière moins prioritaire que l'entreposage sous eau. En ce sens, ils le présentent comme une parade « de second niveau » si, dans un scénario très dégradé, la densification des piscines rencontrait une difficulté sérieuse.
- **Enfin, pour faire face à la saturation des entrepôts de plutonium, Orano a demandé à l'ASN l'autorisation de modifier certains locaux** attenants à des entreposages déjà dédiés au plutonium, pour en étendre la capacité d'environ 20 %. L'objectif est de disposer d'un premier nouvel entreposage dès avril 2022. Ces projets d'aménagement font l'objet d'un examen par l'ASN et l'IRSN pour en vérifier la sûreté.

Vers un rendez-vous régulier au Haut comité sur l'entreposage des combustibles usés

Les présentations et les débats qui se sont tenus lors de cette réunion plénière du Haut comité le 8 mars 2022 ont conduit les participants à observer que, en complément de la démarche d'analyse à moyen-long terme de la cohérence du « cycle du combustible », qui reste pertinente, il convient d'assurer un suivi de court terme des difficultés rencontrées ces dernières années. Soutenant l'impératif exprimé par l'ASN et l'IRSN d'un suivi stratégique du sujet, Christine Noiville, Présidente du Haut comité, a annoncé qu'elle proposerait au Bureau du Haut Comité la mise en place d'un **rendez-vous régulier destiné à maintenir une dynamique continue de transparence sur la question**. Il s'agira en particulier de 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. Elle insiste sur la nécessité, à cette fin, que tous les acteurs du Haut comité, en premier lieu les industriels concernés, favorisent une mise à disposition rapide des informations et données relatives au fonctionnement du « cycle du combustible ».

<http://www.hctisn.fr/>

Le « cycle de combustible français » Analyse GSIEN

A la Commission locale d'information nucléaire (CLIN) de Paluel-Penly, EDF a présenté sa vision du cycle sous forme de schéma (cf. page suivante). A la sortie des usines de retraitement, on remarque la flèche « URT » (Uranium de retraitement) qui retourne directement aux usines de transformation et poursuit son cycle indéfiniment, laissant croire que cet uranium de retraitement est réutilisé pour la fabrication du combustible des centrales françaises. Avec le schéma du cycle du combustible présenté par l'ASN dans son dernier rapport annuel, l'illusion de la réutilisation de l'URT disparaît : la totalité de l'uranium de retraitement part en entreposage (cf. page suivante).

Si EDF a effectivement recyclé une partie de l'uranium de retraitement entre 1994 et 2013 pour fabriquer du combustible URE (Uranium de retraitement enrichi), en 2022 ce n'est pas le cas : *« ce type de combustible, mis en œuvre dans les quatre réacteurs du CNPE de Cruas, n'est plus utilisé depuis 2013 ; EDF prévoit de reprendre son utilisation dans les prochaines années »* [IRSN-2018-003].

Mais à quelle date ? Selon la Cour des comptes, « EDF prévoit ainsi de redémarrer le recyclage de l'URT dans les quatre réacteurs de Cruas en 2023-2024 et de charger en URE trois à quatre réacteurs 1 300 MW d'ici 2030, sous réserve de l'autorisation de l'ASN (1). Les contrats porteront sur la période 2023-2032 (2). **Le choix d'EDF s'est porté, pour la majorité des lots (3) (conversion, enrichissement, transport), sur l'entreprise russe Tenex, dont les pratiques environnementales avaient été sévèrement critiquées avant que soit mis fin au recours au recyclage de l'URT en 2013. Dans le cadre des nouvelles dispositions contractuelles, EDF a renforcé ses exigences environnementales envers Tenex.**

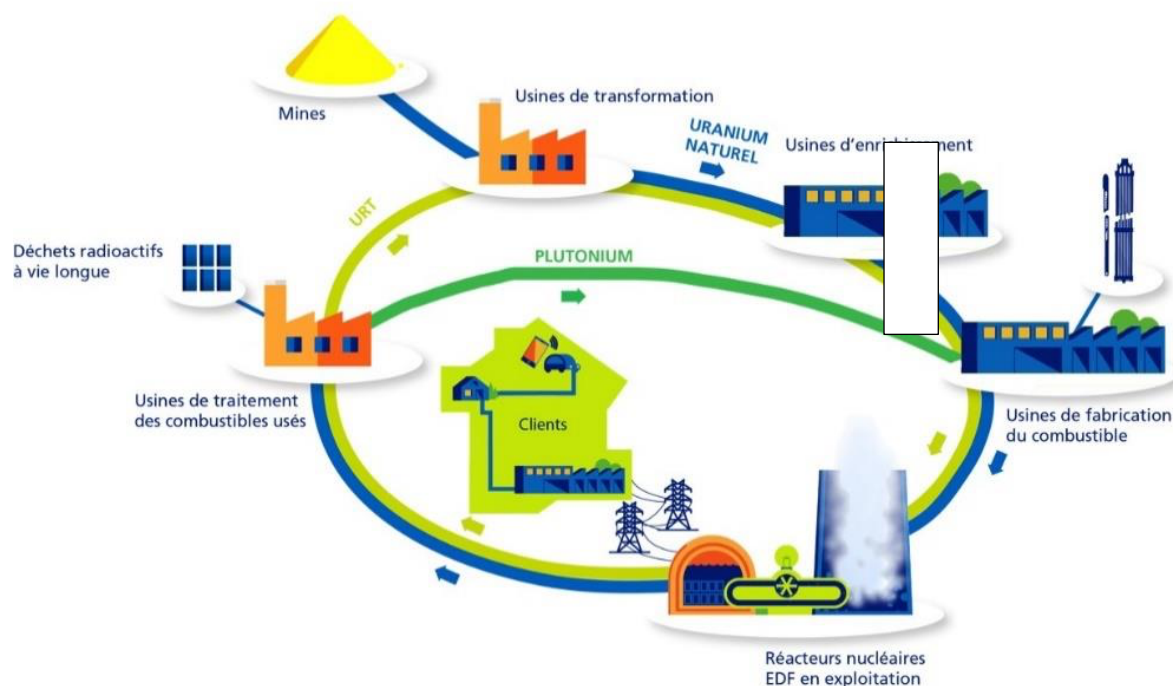
Indépendance énergétique

L'enrichissement de l'URT s'est fait en Russie et non en France... De 2004 à 2012, EDF a exporté 2 390 tonnes d'URT en Russie et a importé (de 2004 à 2011) 296 tonnes d'URE, soit 8,07 t d'URT par tonne d'URE. Comme il faut 72,5 t pour faire un cœur de 900 MW, il y a eu là de quoi constituer l'équivalent de 4,08 cœurs.

La décision qui a été prise au conseil d'administration d'EDF du 14 mai 2018 a été éclairée par des considérations financières prenant en compte le risque de requalification de l'URT, au titre de l'article L. 542-13-2 du code de l'environnement. En effet, cette requalification obligerait EDF à constituer des provisions pour stockage de l'URT ainsi que des actifs dédiés pour son entreposage et son stockage. Aujourd'hui, **EDF ne constitue des provisions que pour l'entreposage de l'URT. Ces provisions sont constituées sur la base d'une projection de durée d'entreposage infinie (ce qui est limité comptablement à 260 ans avec l'effet de l'actualisation), ce qui semble contradictoire avec la notion même d'entreposage, qui n'a pas vocation à constituer une solution définitive de gestion** » [L'aval du cycle du combustible nucléaire - Cour des comptes, 2018].

« Cycle » du combustible

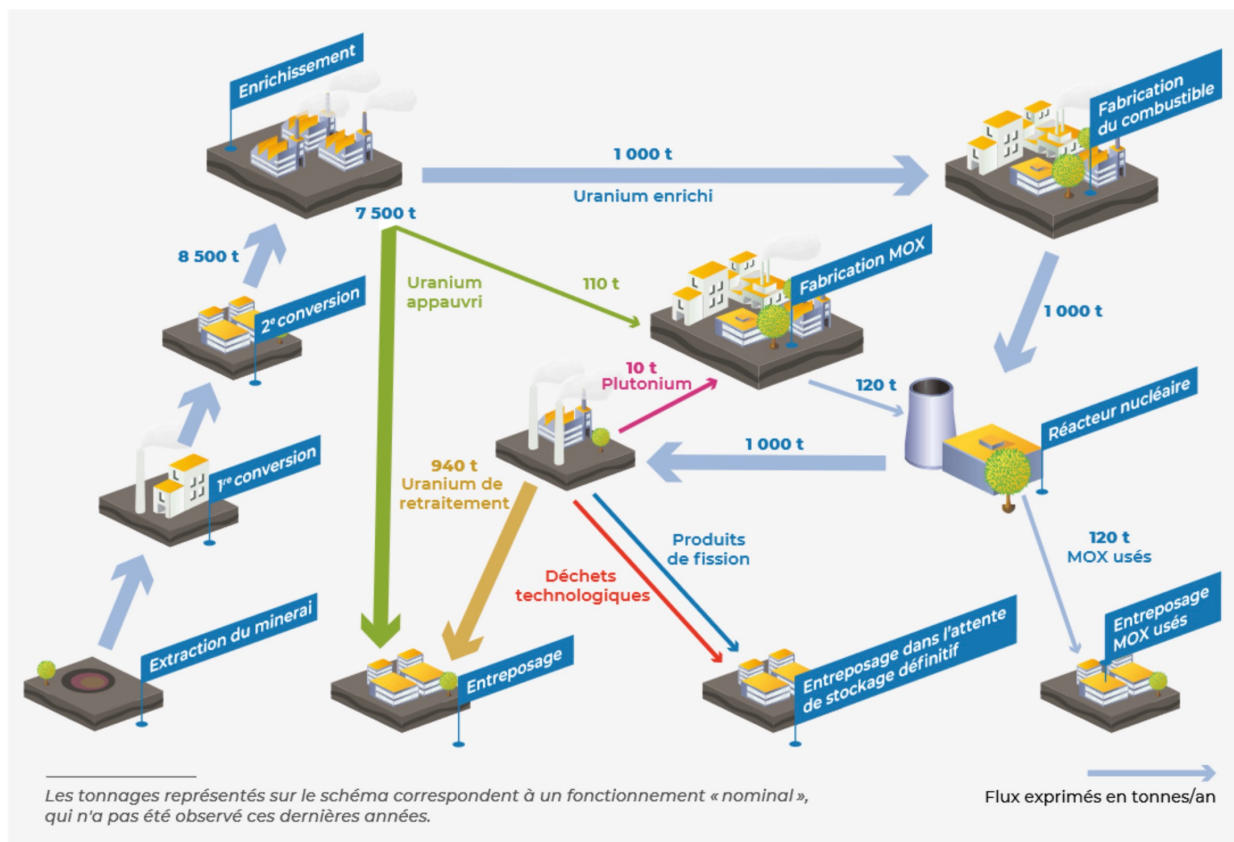
Vu par EDF



Source, EDF à la CLIN de Paluel-Penly

Vu par l'ASN

SCHÉMA DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »

Source, [Rapport ASN 2021](#)

Précision du GSIEN : le *minerai* utilisé pour l'*enrichissement* provient en totalité de l'étranger. La France est dépendante des pays suivants : Canada, Russie, Kazakhstan, Niger, Australie et Namibie (source, [EDF 2022](#)). A noter que ce schéma élude les pertes en ligne et les rejets de matières radioactives associés !

(1) Toutefois, l'IRSN a attiré l'attention d'EDF et d'Orano sur le fait que la mise en œuvre d'une gestion de combustibles URE sur le palier 1 300 MW nécessiterait de conduire des études préalables permettant d'apprécier son impact sur la dilution des solutions de dissolution avec celles des combustibles UNE, afin de confirmer le respect des spécifications actuelles des colis vitrifiés et compactés.

(2) La durée des contrats est motivée par la volonté de maintenir la filière ouverte à de nouveaux entrants après 2033, de respecter les recommandations des autorités de la concurrence de la Commission Européenne, de se garder la possibilité d'augmenter les volumes d'URT recyclés.

(3) Une partie de l'enrichissement sera réalisée par Urenco et la fabrication des assemblages combustibles sera réalisée par Framatome.

Commentaire GSIEN : EDF prévoit une durée d'entreposage infinie pour l'uranium de retraitement. Cela s'appelle un stockage. Dans un avis sur le « projet de Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2021-2025 » (PNGMDR), « L'ASN insiste sur la nécessité d'apprécier le caractère valorisable des matières radioactives en tenant compte des quantités concernées et des horizons temporels de disponibilité des filières industrielles d'utilisation de ces matières (...) » :

-la valorisation d'une matière radioactive peut être considérée comme plausible si l'existence d'une filière industrielle est réaliste à un horizon d'une trentaine d'années ;

-pour toute perspective plus lointaine, il est nécessaire d'anticiper les besoins d'entreposage sur les durées correspondantes, plus longues qu'une trentaine d'années, dans des conditions sûres, et la gestion possible de la substance radioactive en tant que déchet ;

-en tout état de cause, l'absence de perspective d'utilisation à l'horizon d'une centaine d'années doit conduire à requalifier la substance en déchet » [Avis n° 2021-AV-0390 - ASN, 9/11/2021].

EDF stocke de l'uranium de retraitement mais ne veut pas le classer comme déchet afin d'éviter de constituer des provisions pour stockage. Même en cas de réintroduction d'uranium de retraitement enrichi sur les 4 réacteurs de Cruas vers 2023-2024, le stock d'URT ne diminuerait pas. Il faudrait en effet « urter » quelques réacteurs de 1300 MWe en plus de ceux de Cruas (900 MWe) pour seulement stabiliser le stock comme on peut le remarquer sur la projection réalisée par la Cour des comptes (cf. graphique ci-contre).

Extrait de l'article L. 542-13-2 du code de l'environnement : « Après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire, l'autorité administrative peut requalifier des matières radioactives en déchets radioactifs si les perspectives de valorisation de ces matières ne sont pas suffisamment établies. Elle peut également annuler cette requalification dans les mêmes formes » [legifrance].

L'ASN pourrait ainsi émettre un avis en vue de requalifier en déchet la majeure partie du stock d'uranium de retraitement actuellement présent sur le

site Orano de Tricastin où « 34 100 tonnes » y étaient entreposées « à fin 2020 » [Andra - Les essentiels 2022].

Dans l'attente d'une future éventuelle réintroduction d'URT (qui serait fabriqué majoritairement en Russie...), EDF sert le boniment sur le mythe du cycle du combustible aux membres de la CLIN de Paluel-Penly : députés, sénateurs, conseillers départementaux et régionaux, représentants de communautés de communes et d'agglomérations, représentants de l'état, etc. La composition complète de la CLIN est disponible sur son site (clin76.fr).

L'ASN envisage l'abandon du retraitement des déchets nucléaires

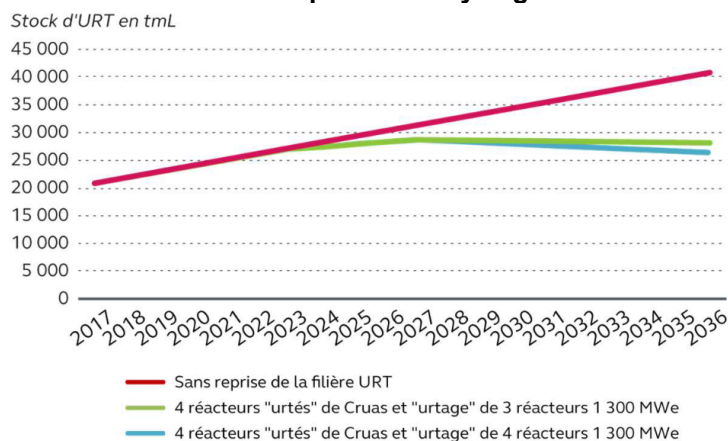
Reporterre, le 19/01/2022

Le directeur de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a décrit le 19 janvier les « fragilités du cycle du combustible et du parc nucléaire ». Il a ouvert l'hypothèse d'arrêter à terme le retraitement des combustibles usés, une particularité de l'industrie française.

Pour la première fois, à la connaissance de Reporterre, un responsable du nucléaire en France envisage ouvertement la fin du retraitement des combustibles usés à La Hague (Manche). Mercredi 19 janvier, lors de sa conférence de presse en visio de rentrée, Bernard Doroszczuk, directeur de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), a dit qu'il fallait réfléchir à cette option : « Il faudra 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. »

Pour comprendre ce qui sonne comme un coup de tonnerre parmi le cercle des experts, il faut rappeler que la France est le seul pays, avec la Russie et le Royaume-Uni, à retraiter les combustibles usés sortis des réacteurs nucléaires. Lancé dans les années 1960, cette série très lourde d'opérations visait à isoler le plutonium, matière

Évolution probable du stock d'URT avec la reprise du recyclage



Source, [L'aval du cycle du combustible nucléaire](#)

indispensable à la fabrication des bombes atomiques. Depuis, le besoin est devenu moins pressant. Mais alors que presque tous les autres pays recourant au nucléaire ont arrêté le retraitement (États-Unis) ou ne l'ont jamais mis en œuvre (Allemagne, Japon, Belgique, Suède, Finlande, etc.), la France a continué. Résultat : au lieu d'avoir une seule catégorie de déchets radioactifs, les combustibles usés, elle a en toute une série. Chacun pose un difficile problème de gestion : plutonium (on n'arrive pas à utiliser tout le stock), actinides mineurs, uranium de retraitement, MOX usé, etc. En évoquant la fin du retraitement, M. Doroszczuk s'attaque donc à une vache sacrée des nucléaristes français.

Pourquoi cette proposition nouvelle ? Parce que, a expliqué le directeur de l'ASN, « une série d'événements fragilise toute la chaîne du cycle du combustible » et plusieurs de ses maillons sont engorgés :

- la piscine de l'usine de La Hague (Manche), dans laquelle sont stockés pour l'instant les combustibles usés, arrive à saturation ;
- l'usine Melox d'Orano, dans laquelle on recycle une partie du plutonium pour en faire du combustible, dit MOX, marche très mal : « Nous avons trop de pannes. L'an dernier, nous avons produit entre 50 et 60 tonnes alors que le carnet de commandes affiche 120 tonnes par an », a dit à Usine Nouvelle Régis Faure, porte-parole du site Orano Melox. Ainsi, le plutonium s'accumule à l'entrée, tandis qu'en sortie, a expliqué M. Doroszczuk, « ces problèmes qu'Orano n'a pas maîtrisés conduisent à la mise au rebut de déchets qui contiennent plus de plutonium que prévu » ;
- enfin, a révélé le directeur de l'ASN, « la corrosion plus rapide que prévu des évaporateurs de l'usine d'Orano La Hague fragilise les capacités de retraitement ».

Il recommande donc d'anticiper la crise, et soit de choisir la poursuite du retraitement, soit son arrêt. Dans les deux cas, cela impliquera des investissements très conséquents, auxquels il faut réfléchir dès maintenant.

Plus généralement, le directeur de l'ASN a souligné « le besoin absolu de conserver des marges pour qu'il n'y ait pas de concurrence entre les besoins de production et les décisions de sûreté ». En effet, la situation du nucléaire est très tendue, tant actuellement, avec dix réacteurs à l'arrêt, que dans l'avenir : il n'est pas du tout acquis que les réacteurs pourront fonctionner au-delà de quarante ans, a indiqué M. Doroszczuk. Et la filière manque de compétences, tant pour gérer le parc actuel et son démantèlement à venir que la gestion des déchets : il faudrait « former 4 000 ingénieurs par an ». On en est loin.

Le directeur de l'ASN veut bien sûr rester en dehors du débat politique. Mais il est clair que « les messages » qu'il a formulés le 19 janvier devraient être attentivement écoutés et compris par tous les candidats à la présidentielle qui pensent que le nucléaire est la réponse magique au changement climatique. Il a aussi répété durant toute son intervention l'exigence de la sûreté. « Un accident nucléaire est toujours possible », a-t-il rappelé.

<https://reporterre.net/>

L'usine de retraitement Magnox de Sellafield mettra fin à ses activités en juillet, marquant ainsi l'achèvement du programme d'exploitation Magnox de la United Kingdom Nuclear Decommissioning Authority (NDA).

World nuclear news, 17 may 2022

Traduit de l'anglais par le GSIEN

L'usine, qui a commencé ses activités en 1964, devait fermer en 2020, mais en raison des perturbations causées par la pandémie de COVID-19, le calendrier a été reporté. L'usine va maintenant entrer dans une nouvelle ère de nettoyage et de déclasserement, a déclaré la NDA et Sellafield Ltd.

Au cours de sa durée de vie, l'usine de Sellafield Magnox a reçu et retraité près de 55 000 tonnes de combustible nucléaire irradié provenant des 11 centrales britanniques de Magnox ainsi que de centrales en Italie et au Japon.

La fin du retraitement chez Magnox est l'aboutissement de décennies de travail acharné pour gérer de manière sûre et rentable l'héritage nucléaire du Royaume-Uni, a déclaré David Peattie, PDG de la NDA. "Sellafield peut maintenant passer de la phase de retraitement de sa vie à un avenir axé sur le déclasserement et le nettoyage", a-t-il ajouté.

"Il s'agit d'un moment historique pour Sellafield," Sellafield Ltd PDG Martin Chown dit. « Lorsque ces opérations prendront fin, nous aurons rempli notre promesse de conclure notre programme de retraitement d'une manière sûre, sûre et respectueuse de l'environnement.

Il s'agit d'une démonstration claire de notre engagement à créer un environnement propre et sécuritaire pour les générations futures. »

Le Royaume-Uni a exploité un parc de 26 réacteurs Magnox modérés au graphite et refroidis au gaz entre 1956 et 2015, lorsque la dernière unité Magnox opérationnelle - Wylfa 1 - a fermé après près de 45 ans d'exploitation. Le combustible irradié des centrales nucléaires AGR (réacteur avancé refroidi au gaz) du Royaume-Uni continuera d'être stocké à Sellafield. L'usine commerciale de retraitement des oxydes thermiques (Thorp) du site a cessé son retraitement en 2018 après 24 ans d'exploitation.

<https://www.world-nuclear-news.org/>

Guerre en Ukraine : des ONG dénoncent la dépendance de la France vis-à-vis de la Russie dans le domaine nucléaire

France Info, le 08/03/2022

D'après des ONG, EDF et Orano (ex-Areva) ont des contrats avec des entreprises russes pour "recycler" de l'uranium issu du traitement des combustibles usés des centrales françaises.

Malgré la guerre en Ukraine, la France va-t-elle continuer à travailler avec la Russie dans le domaine du nucléaire ? D'après plusieurs ONG, les opérateurs Orano (ex-Areva) et EDF s'appuient à nouveau sur la Russie pour convertir

l'uranium de retraitement. Deux contrats ont été signés depuis 2018, d'après Greenpeace. Cela permet de "recycler" cet uranium, mais c'est une situation de dépendance qui s'ajoute à celle du gaz.



Ce qu'on appelle de l'uranium de retraitement vient du combustible utilisé des centrales. Il est récupéré après avoir été refroidi dans les piscines de La Hague et il est stocké [entreposé] dans des fûts sur le site de Pierrelatte dans la Drôme. Les centrales nucléaires en produisent 1 000 tonnes par an. Le stock aujourd'hui est d'environ 30 000 tonnes [34 100 à fin 2020], pour partie propriété d'EDF, pour partie d'Orano. Cet uranium n'est pas considéré comme un déchet, mais comme un élément du retraitement du recyclage, c'est-à-dire qu'il peut être retraité et réutilisé pour partie dans une centrale et c'est là qu'interviennent les Russes.

Depuis les années 1970, la France exporte cet uranium en Sibérie, dans la ville de Tomsk-7. Il est converti, puis réenrichi pour servir à nouveau de combustible. Un lien de dépendance, selon Jacky Bonnemains qui dirige les Robins des bois, une ONG qui siège dans le Haut comité pour la transparence et pour l'information sur la sécurité nucléaire : *"La France est condamnée à continuer à travailler avec la Russie si elle veut résorber son stock d'uranium de retraitement et si elle veut justifier sa doctrine de retraitement des combustibles irradiés. Une doctrine qui est défendue bec et ongles depuis une quarantaine d'années par la France."*

La France continue donc d'envoyer son uranium en Sibérie. Elle avait arrêté il y a maintenant une dizaine d'années, mais d'après une enquête de Greenpeace, EDF a signé un nouveau contrat il y a quatre ans et Orano s'est engagé sur le retraitement de 1 000 tonnes d'uranium, il y a maintenant deux ans. La question est de savoir s'ils vont maintenir ces contrats, sachant que les Russes seraient les seuls à pouvoir faire la conversion de cet uranium et que les stocks, on le rappelle, augmentent de 1 000 tonnes chaque année en France. Ces stocks, donc, augmentent.

Greenpeace demande donc maintenant des explications sur cette situation. *"Il y a un vrai besoin de transparence et EDF et Orano doivent publier les contrats qu'ils ont passé avec Rosatom [entreprise publique Russe]"*, déplore Cécile Génot qui s'occupe de la communication pour la campagne Transition énergétique de Greenpeace.

Orano n'a pas répondu à nos demandes d'interview ou de précisions. EDF indique dans un communiqué que le régime de sanctions adopté aujourd'hui contre la Russie ne l'empêche pas de fonctionner normalement. La question a été soulevée mardi matin dans le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire, qui réunit toutes les parties prenantes. D'après un participant, EDF n'a pas clarifié sa position.

<https://www.francetvinfo.fr/>

Lettre ouverte à Greta Thunberg

Xavière Gauthier, femme en lutte et militante antinucléaire depuis 1970
4 avril 2022

Chère Greta Thunberg

Dès que je t'ai entendue lancer ton premier appel, la véhémence de ta voix, la justesse de ton propos, l'intensité de ton apostrophe m'ont convaincue que tu étais une sorcière. Moi qui suis une vieille sorcière du siècle dernier, je te vois comme une jeune sorcière, rebelle et savante. Tu as fait lever en moi un fol espoir, comme si tu me donnais la main à travers les générations.

Tu me permets une petite remarque ? Tu dis : *« Vous m'avez volé mes rêves. »* Or, moi, je ne t'ai rien volé du tout. Lorsque j'avais ton âge, je ne m'étais jamais assise dans une automobile, j'allais à pied à l'école, faisant ainsi 100 kilomètres par an (j'ai calculé), je revenais déjeuner chez moi, où ma mère avait préparé pour toute la famille les légumes du jardin (j'habitais en ville, mais nous avions un potager nourricier), les œufs de nos poules, parfois un de nos lapins aussi doux à caresser que délicieux à manger, le cidre de notre tonneau pour mon père, un dessert avec le lait que nous allions chercher dans notre gamelle chaque jour. Nous n'avions ni frigo, ni congélateur, ni aspirateur, ni fer à repasser électrique, ni télévision, ni ordinateur. Nous moulions les grains de café à la main. Nous ne jetions pas de bouteilles en verre, nous les lavions ; pas de flacons en plastique, cela n'existait pas ; pas de tampons, de mouchoirs en papier, nous n'en avions pas. Je n'avais pas de portable, même pas le téléphone.

Ce n'était ni mieux, ni moins bien. C'était mon enfance, c'était dans les années 1950.

Maintenant que tu connais mon grand âge, je peux te raconter ce qui s'est produit, douze années avant ta naissance, dans la centrale atomique de Forsmark, non loin de la ville où tu es née, Stockholm. L'histoire se passe le 28 avril 1986. Un employé de cette centrale passe devant un détecteur et déclenche l'alarme. Évacuation, recherches dans tous les recoins : rien. Finalement, sur la pelouse, on détecte des particules radioactives typiquement soviétiques. Forsmark est pourtant à 110 kilomètres de Tchernobyl. Mais les vents ont soufflé du sud-est et les pluies sont tombées dans le nord-est. La direction de la centrale suédoise alerte le monde entier : deux jours plus tôt s'est produite la plus grande catastrophe nucléaire du XX^e siècle. En quelques secondes, la puissance du réacteur a centuplé. Les 1200 tonnes de la dalle de béton recouvrant le réacteur ont été projetées à l'air et sont retombées de biais sur le cœur du réacteur qui a été fracturé par le choc. Ce matin-là, 900 lycéens de Prypiat (à trois kilomètres de la centrale), un peu plus jeunes que toi, tournent autour de la centrale pour un « marathon de la paix ». Et aujourd'hui, à Pinsk, à plus de 300 kilomètres de Tchernobyl, 80 % des enfants sont malades. À Mozyr, à 100 kilomètres de Tchernobyl, sur 600 nouveau-nés, 230 sont en réanimation. Entre 1986 et 2004, il y a eu un million de décès prématurés. C'est un professeur émérite de l'université de Bâle, Michel Fernex, fondateur de l'association « Enfants de Tchernobyl Belarus », qui m'a appris ces terribles chiffres. Déjà, en

1995, le Bureau de la coordination des affaires humanitaires des Nations unies estimait à près de 10 millions le nombre de personnes souffrant des conséquences de la catastrophe. « *La tragédie ne fait que commencer* », déclarait Kofi Annan. Je regarde les photos d'enfants difformes, tordus, atrophiés, et mon cœur entre en fusion, comme le cœur du réacteur.

Tu t'insurges contre les gouvernants du monde entier qui font de beaux discours mais ne tiennent pas leurs promesses. Tu as entièrement raison. C'est vrai aussi pour les dirigeants suédois qui ont décidé en 1980 l'abandon du nucléaire et qui construisent actuellement des installations de stockage géologique profond qui seront en service vers 2030. Où ? Justement sur le site de Forsmark, où des déchets de faible intensité sont déjà stockés à 50 mètres sous le fond de la mer Baltique. Pourquoi de nouvelles installations ? Pour les HAVL, déchets de haute activité à vie longue.

Tu vois, c'est ainsi ; dès qu'une région est nucléarisée, on ajoute et on ajoute, comme si c'était un endroit déjà condamné. C'est ce qui se passe à la Hague. Tu ne connais pas cette extrémité de presqu'île normande ? Cela m'amuse d'apprendre que *hag*, dans ta langue, c'est une vieille sorcière ! Mais, en vieux norrois (ancêtre des langues scandinaves et du normand), c'est un pâturage et c'est le nom de ce coin de France. De sorte que nous pouvons jouer à être cousines, ou presque, par nos ancêtres vikings... Eh bien, dans la Hague, près de la ville de Cherbourg dont l'arsenal est célèbre pour la construction de sous-marins nucléaires, on a érigé, dans les années 1960, un centre de retraitement des déchets radioactifs. Retraiter, ce n'est pas recycler, c'est séparer les déchets en en produisant d'autres, des rejets radioactifs liquides et gazeux en grande quantité. Cela ne diminue en aucun cas la radioactivité des déchets et même cela l'augmente, avec l'utilisation du combustible MOX. Ce retraitement ne sert à rien, sauf à obtenir du plutonium, principal élément d'une bombe atomique. Nucléaire encore : on a érigé, dans les années 1970, une usine atomique à Flamanville-Hague. Nucléaire encore : on érige actuellement un EPR, qui devait coûter 3,3 milliards d'euros mais a déjà dépassé les 19 milliards selon un rapport de notre Cour des comptes de juillet 2020, qui devait commencer à fonctionner en 2012 mais ce sera, peut-être, fin 2023. Où ? à Flamanville-Hague. Nucléaire toujours : ce bout de terre sacré « poubelle de l'Europe » doit subir, depuis 1969, la présence d'un centre de stockage à Digulleville – oui, c'est dans la Hague – où sont entreposés [stockés] près d'un million de mètres cubes de déchets ultimes [officiellement 527 225 m³ soit un peu plus de ½ million].

Trop petit : on ajoute une extension pouvant contenir 4 212 conteneurs de déchets vitrifiés de haute activité. Entre 2018 et 2022, le site accueillera 12 000 conteneurs. La présidente de l'Agence nationale des déchets radioactifs (Andra) ose déclarer (*how dare you* ?) : « *Nous surveillerons les déchets le temps qu'il faudra.* » Pendant combien de centaines de milliers d'années va-t-elle surveiller ? Le journal de l'Andra répond (à l'automne 2015) : « *Le processus de décroissance de la radioactivité des déchets peut prendre plusieurs millénaires. Après la fermeture des centres de stockage, comment prévenir les générations suivantes de leur présence ?* » Un professeur

en sciences de l'information et de la communication, s'appuyant sur la littérature du Moyen Âge, a retrouvé la description des sons censés avoir effrayé le roi Arthur et Lancelot : « *Si ces sons ont conservé la même signification aujourd'hui, on peut présumer qu'ils puissent être compris de la même manière dans plusieurs siècles.* » Quels sons ? « *Un son strident et prolongé.* » Reste « *à trouver les moyens de diffuser* » ces sons, continue l'autorité compétente. Dans 300 ans, dans 10 000 ans, dans 500 000 ans, on criera « Attention ! Danger mortel ! » aux humains – y en aura-t-il encore ? De quelle sorte ? Ce serait comique, s'il ne s'agissait pas de l'avenir de l'humanité. Puisque je suis dans ce registre, laisse-moi te raconter l'exercice surprise qui s'est déroulé une nuit de janvier 2021 à Flamanville. Depuis la catastrophe de Fukushima, les mesures de sécurité ont été renforcées, voyons le résultat. Plan d'urgence déclenché à 23 h 31 ; préfecture prévenue à 1 h 25 et Autorité de sûreté nucléaire à 1 h 43 ! Plus drôle (?) : le chef d'exploitation au poste de commandement ne savait pas « *se connecter au système d'information collaboratif de crise* ». Encore plus drôle (?) : « *Un équipier ne connaissait pas le code du câble de protection antivolt.* »

Tu as été bouleversée, j'imagine, comme moi-même j'ai été bouleversée, comme nous avons été des millions à être bouleversés, en regardant la photo d'un ours tenant tout juste sur un petit iceberg en train de fondre. Il va mourir ! Il va s'enfoncer ! Au secours ! Il faut agir ! Mais, personne, presque personne, je le crains, n'est bouleversé en apprenant que plus de 8000 tonnes de combustibles irradiés, plus de 55 tonnes de poudre d'uranium, des milliers de mètres cubes de déchets, sont sous nos pieds, dans le nord de la presqu'île du Cotentin, ce pays qui était pâturage (*hag*), que plusieurs millions de litres de rejets liquides radioactifs sont dispersés dans le raz Blanchard, là, dans la mer.

Un ours, oui, c'est touchant, mais les papillons ? Tu ne sais pas ? Quand la centrale nucléaire de Fukushima a explosé, suite à un tsunami, tu n'avais que huit ans, mais tu devais être déjà très curieuse de savoir et capable d'indignation. Tout de même, sais-tu que, jusqu'à 200 kilomètres de la catastrophe, les papillons bleus ont les ailes atrophiées, courbées, en surnombre, les antennes difformes, les yeux bosselés, la couleur altérée. Pas grave ? Sans antennes pour explorer leur environnement, ces insectes sont mal. Ce sont seulement 12% des sujets qui sont atteints ? Oui mais, à la génération suivante, les mêmes anomalies sont relevées sur 18%, à la troisième génération, plus de 33%, et à la suivante, 52%. Les dommages sont génétiques. Le nucléaire est surnois. Il progresse à travers le temps, à travers les siècles.

Or, nous voulons des ours, nous voulons des coquelicots, nous voulons des papillons.

Pendant ce temps, les paysans ukrainiens pauvres tentent d'abattre des dizaines de loups radioactifs et enragés qui les attaquent, le soir, près de la zone d'exclusion de Tchernobyl. Ils ne peuvent même pas vendre les peaux, qui sont contaminées. Pendant ce temps, les éleveurs Touaregs sont expulsés de leur territoire, les terres et les eaux nigériennes subissent les pollutions radioactives liées à l'extraction de l'uranium, nécessaire aux

chauffages électriques des Français. Ni vu, ni connu, en 2010, Areva déverse 200 000 litres d'effluents radioactifs, à seulement 3,5 kilomètres de la ville d'Arlit. Et les fausses couches sont légion. Et les autochtones sont la proie de « maladies étranges ».

Pourquoi une telle indifférence au mal souterrain ? Pourquoi un tel déni ? Parce qu'il n'y a pas d'images ? Parce que la radioactivité ne se voit pas ? Qui s'inquiète des 150 000 tonnes de déchets radioactifs déversés dans l'Atlantique ? Qui dénonce les 17 000 tonnes qui gisent à 100 mètres de fond dans la fosse des Casquets (La Hague) ? Le plastique, au moins, on le repère.

Chère Greta Thunberg, toi, tu n'es pas dans le déni. Tu dis clairement : il faut s'instruire, il faut écouter les scientifiques. Tu relaies magnifiquement les rapports du GIEC. Mais n'as-tu pas connaissance des analyses du GSIEN, le Groupement de scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire ? Ces savants expliquent que, malgré toutes les recherches faites depuis qu'on s'est lancé dans le programme nucléaire, donc depuis les années 1950, aucune solution n'a été trouvée pour l'élimination des déchets. *« Faute de solution pour les supprimer, on se trouve dans la situation où l'on crée des matières très dangereuses et qui le resteront bien après que l'homme aura cessé d'utiliser l'énergie nucléaire. C'est l'un des plus graves problèmes liés à l'utilisation de cette énergie. Les technocrates l'occultent en disant que l'on trouvera bien une solution. [...] Cela relève de l'acte de foi, non d'une attitude scientifique. »* En 2022, il n'y a toujours pas l'ombre d'une solution. En attendant, les déchets s'entassent dans la très vieillissante usine de la Hague. Dès 2018, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire alertait sur la « saturation des piscines de La Hague, où refroidissent 10 000 tonnes de combustibles irradiés ». C'est l'équivalent de plus de cent-dix cœurs de réacteurs ! Et ces piscines sont très mal protégées. La solution à la saturation ? On a voulu en construire une autre à Belleville (Loire), les habitants ont refusé, alors ce sera sur le site de La Hague, encore et toujours. D'une capacité de 6500 tonnes, soit 13 000 assemblages de combustibles usés, elle va être entourée d'un mur de 5 mètres de haut sur 5 kilomètres. Charmant paysage !

Et les plus gros déchets, ce sont les centrales elles-mêmes, qu'on ne sait pas démanteler. N'as-tu pas entendu l'alerte du polytechnicien et physicien nucléaire, Bernard Laponche ? Il a participé à la mise en place des premières centrales nucléaires en France puis il a compris cette aberration : ces monstres de béton ne servent qu'à faire bouillir de l'eau chaude. Au passage, les deux tiers de la chaleur étant perdus, ils réchauffent les fleuves et la mer, car il faut refroidir les réacteurs en permanence avec de grandes quantités d'eau. La température du Rhin a augmenté de près de trois degrés. Les poissons n'apprécient pas. Tu comprends bien que non seulement le nucléaire ne sauvera pas le climat, mais que le réchauffement climatique rend encore plus dangereux le nucléaire. Déjà en 2003, l'année de ta naissance, la France avait été obligée de fermer dix-sept de ses réacteurs à cause d'une première canicule. Qu'en sera-t-il en 2050 quand l'étiage des cours d'eau aura baissé d'au moins 20% ?

En rejetant leur eau, les sites nucléaires sont autorisés à rejeter du tritium, du carbone 14, du chlore, des nitrates,

des sulfates, du zinc, du cuivre... Je te parle là d'un fonctionnement normal. De même, en fonctionnement normal, la centrale de Flamanville – me voilà revenue dans ma matrice – est autorisée à laisser fuiter dans l'atmosphère 100 kg de gaz SF6 par an (chaque centrale a son autorisation annuelle). C'est quoi, ce SF6 ? C'est de l'hexafluorure de soufre, un gaz à effet de serre extrêmement puissant, puisqu'un seul kilo de ce fameux SF6 équivaut à presque 23 000 kilos de CO2 en termes de pouvoir réchauffant. Et, comme si cela ne suffisait pas, le 6 août 2020, l'usine de Flamanville a dépassé de 2 kg le seuil maximum autorisé. Quoi ! je m'indigne pour deux petits kilos ? Certes oui, car ce dépassement, cumulé pour les sept premiers mois de l'année 2020, équivaut déjà à près de 2 350 000 kg de CO2 rejetés dans l'atmosphère.

Tu le comprends bien, c'est un mensonge éhonté, c'est une tromperie scandaleuse (*how dare you* ?) quand des ministres, des dirigeants, des personnes influentes te disent que les trottinettes électriques sont propres, que les vélos électriques sont propres, que les voitures électriques sont propres. Tu as été heureuse, me semble-t-il, de la voiture électrique offerte par Schwarzenegger. J'espère que tu ne crois pas à cette fable du « zéro émission » puisque la construction d'une voiture électrique consomme une très grande quantité de métaux : lithium, cuivre, cobalt, dont l'extraction minière – un des plus gros pollueurs du monde – est un enfer pour les populations locales. Mujeres Diaguitas, Ancestras del Futuro, l'union des femmes des peuples Diaguitas d'Argentine et du Chili, appelle au secours : *« L'extraction du lithium affecte jour après jour notre rivière ancestrale. »* Elles ont fait 80 kilomètres à pied dans les Andes pour dénoncer cet écocide. Leur cri est-il parvenu jusqu'à toi ?

Mais il faut aussi penser à l'origine de l'électricité : en France 80 % de notre électricité vient du nucléaire, énergie hautement polluante et hautement dangereuse. En Suède, dans ton pays, 42 %, avec 6 réacteurs nucléaires – comme il y en avait en Allemagne. Comment se fait-il que la France en compte 56, soit, de loin, le plus grand nombre en Europe ? Cela remonte à De Gaulle, notre dirigeant des années 1960. C'était un général, un homme de guerre. Il a voulu pour la France une force de frappe impressionnante, un système d'armes nucléaires. Il a fait le choix de développer la filière nucléaire, en incluant une usine dite de retraitement pour extraire du plutonium, donc pour des raisons militaires. Quatre à huit kilos de ce plutonium suffisent pour fabriquer une bombe. Or, à La Hague, 61 tonnes sont entreposées [fin 2021, il y avait 80 tonnes de plutonium entreposées à La Hague dont 66,4 tonnes appartiennent à la France]. Le grand Charles, comme on l'appelait, a vu grand. Après la COP 26, le petit Macron, notre dirigeant actuel, veut construire des petits EPR. Rien de nouveau : multiplication du risque nucléaire, production de déchets ingérables et coût exorbitant – au moins 46 milliards, si ce n'est 64 selon d'autres estimations sérieuses.

Tu viens de le dire, chère Greta Thunberg, le nucléaire est « extrêmement dangereux et coûteux ». Notre physicien, Bernard Laponche, nous le confirme : *« La catastrophe est intrinsèque à la technique. Le réacteur fabrique les moyens de sa propre destruction. Le risque d'accident majeur en Europe est une certitude. »*

Le nucléaire est « *extrêmement dangereux et coûteux* », dis-tu. Après avoir lu ma lettre, tu ajouteras, j'en suis sûre, hautement polluant.

Le nucléaire est « *extrêmement dangereux et coûteux* », dis-tu. À l'heure où j'écris ces lignes, alors que s'annonce le froid de l'hiver 2021-2022, 16 réacteurs sur les 56 que compte la France sont à l'arrêt, pour « *suspicion de défaut générique* », en particulier les quatre plus gros réacteurs (centrales de Chooz et de Civaux), en raison d'une défaillance sur une pièce essentielle en cas d'accident. En effet, « *EDF a annoncé mercredi 15 décembre avoir détecté un problème de corrosion et de fissuration dans les circuits d'injection de sécurité* ». Le danger, c'est « *une surchauffe du combustible et, à terme, l'accident avec fusion du cœur* », comme à Three Mile Island et à Fukushima. Alors, le nucléaire ? Extrêmement dangereux et coûteux, hautement polluant et même aléatoire !

En 2012, neuf prix Nobel de la paix ont envoyé une lettre ouverte aux dirigeants du monde, qui résume bien la situation. « *Il est temps de reconnaître, écrivent-ils, que le nucléaire n'est pas une source d'énergie propre, ni sûre, ni économiquement abordable.* [...] [Sont évoqués les accidents de Sellafield au Royaume-Uni en 1957, de Three Mile Island aux États-Unis en 1979, de Tchernobyl en Ukraine en 1986, de Fukushima au Japon en 2011.]

Dans le monde entier, les gens craignent aussi l'éventualité d'attentats terroristes dirigés contre les centrales nucléaires. Mais la radioactivité ne doit pas seulement nous inquiéter en cas d'accident nucléaire. Chaque étape de la chaîne du combustible nucléaire relâche de la radioactivité, à commencer par l'extraction de l'uranium ; ensuite cela continue durant des générations car les déchets nucléaires contiennent du plutonium qui restera toxique pendant des milliers d'années. [...] Les programmes nucléaires civils fournissent les matières nécessaires à la fabrication d'armes nucléaires. » Sur ces neuf prix Nobel, une majorité, six, sont des femmes. Hasard ?

Sûrement. Je ne pense pas que les femmes soient, par je ne sais quelle essence (l'essence, ça pue et ça pollue), plus sensibles que les hommes au chant des oiseaux et à l'amour des petites fleurs. Mais, je marche, oui je marche, avec des Brésiliennes, des Sahraouiennes, des Québécoises, des Congolaises, des Kurdes, des Pakistanaïses... et toutes les femmes du monde entier qui résistent aux « *mégaprojets industriels qui offensent leur corps, polluent la Terre et détruisent leurs territoires* », « *d'un océan à l'autre* », menacent la biodiversité et les baleines à bosse, ces femmes qui s'opposent à la militarisation, ces femmes qui mènent des luttes de résistance contre le capitalisme, le patriarcat, le racisme et le colonialisme, ces femmes de la Marche mondiale des femmes qui, comme protectrices de « *la Terre-Mère* » et de nos « *espaces de vie* », construisent un « *mur de femmes pour stopper les industries dévastatrices* », un mur unifiant « *à la différence des murs érigés à travers le monde* ». Ces femmes, en voulant protéger leur matrice, leur lieu nourricier, veulent protéger la planète, car « *tout se tient, tous les crimes de la force* » (comme l'écrivait déjà Louise Michel au XIX^e siècle).

Comme toutes ces femmes, comme moi, tu te bats à poings fermés pour la vie. Tu te bats pour la survie de la planète. Le nucléaire, c'est la guerre ! La romancière japonaise Hiromi Kawakami a dit, après la catastrophe de Fukushima : « *Je pense que l'humanité va bientôt disparaître.* » Et moi, je t'écris cette lettre pour que tu saches qu'à la Hague est programmée la fin du monde, la fin de notre monde. Je t'écris cette lettre comme un appel au secours. Ta voix, ta jeune voix, persuasive et pressante, peut le porter haut et fort à la face des puissants.

Xavière Gauthier

<https://www.terrestres.org/>

NUMEROS DEJA PARUS : <https://www.gazettenucleaire.org/>



La Gazette Nucléaire – Publication trimestrielle
2 Allée François Villon – 91400 ORSAY
Membres fondateurs : Monique et Raymond Sené
Directeur de la publication : Jean-Claude Autret
Responsable de rédaction : Michel Brun
Dépôt légal : à date de parution - ISSN 0153-7431
Imprimerie : Eurotimbre - 9 rue Charles Michels - 77 400 LAGNY sur MARNE



Bulletin d'Adhésion

(Pour les abonnements, voir au verso)

Pour adhérer au GSIEN, nous écrire à Orsay ou nous contacter à contact@gazettenucleaire.org
Je souhaite adhérer au GSIEN : oui ☐ non ☐

Compétences ou centre d'intérêt :

Commande des exemplaires de la Gazette nucléaire, écrire à la même adresse mail.
Les n° 1 à 36 sont épuisés ainsi que le n° 117/118



GS IEN
GROUPEMENT DE SCIENTIFIQUES POUR
L'INFORMATION SUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
 Un groupe de « lanceurs d'alerte » depuis 1975

Le GS IEN est une association loi 1901 qui a été créée en 1975, suite à l'appel des 400 de février 1975, appel de scientifiques dont 200 physiciens nucléaires. Cet appel "A propos du programme nucléaire français" se concluait sur les phrases suivantes : *"Nous pensons que la politique actuellement menée ne tient compte ni des vrais intérêts de la population ni de ceux des générations futures, et qu'elle qualifie de scientifique un choix politique. Il faut qu'un vrai débat s'instaure et non ce semblant de consultation fait dans la précipitation. Nous appelons la population à refuser l'installation de ces centrales tant qu'elle n'aura pas une claire conscience des risques et des conséquences. Nous appelons les scientifiques (chercheurs, ingénieurs, médecins, professeurs) à soutenir cet appel et à contribuer, par tous les moyens, à éclairer l'opinion."*

SES ACTIVITÉS : Alors que les nombreux dysfonctionnements dans la construction des réacteurs tels que les déboires des EPR actuellement en constructions, montrent **l'absence de mémoire des industriels du nucléaire, depuis 1976, le GS IEN suit et surveille cette industrie dangereuse depuis plus de 40 ans sans discontinuer.** Composé de scientifiques, d'experts reconnus, de travailleurs du nucléaire et de militants, le Groupe s'est doté d'un journal "**La Gazette Nucléaire**" qui a publié près de 300 numéros et près de 200 dossiers thématiques et édité plusieurs livres. De Three Mile Island (1979) en passant par Tchernobyl (1986) et Fukushima (2011), le GS IEN suit constamment l'actualité de l'industrie nucléaire et intervient régulièrement dans les organismes officiels où il est représenté. Il répond aux nombreuses demandes du public mais aussi des enseignants, journalistes et associations écologistes. Le GS IEN est en particulier engagé dans l'Association Nationale des Comités et Commissions Locales d'Information (ANCCLI) et participe à son Comité Scientifique. Il travaille aussi directement avec les Commissions Locales.

LE CONTEXTE ACTUEL : Alors que chaque jour apporte son lot de révélations inquiétantes sur le fonctionnement du parc nucléaire, que le risque majeur n'est plus une vue de l'esprit, que le parc vieillit, que les rejets radioactifs continuent, que le débat sur la transition énergétique en France et ailleurs est relancé, que la capacité technique de construire un nouveau réacteur n'est pas démontrée (déboires de l'EPR de Flamanville), pas plus que celle de mettre en œuvre une « gestion sûre » des déchets les plus dangereux, la mise en doute de la validité technico-économique d'un renouvellement du parc nucléaire est de plus en plus prégnante ! Fromage et dessert : Que dire des sites qui restent souillés (mines, usines, sites d'essais militaires...) sans qu'une proposition sérieuse de remise en état soit envisagée ou encore du démantèlement qui reste au stade des balbutiements y compris sur l'estimation des fonds à provisionner ?

Plus que jamais, **l'existence d'une expertise scientifique indépendante est nécessaire pour informer la population, alerter les acteurs de la filière et interpeller le pouvoir politique.** Dans ce contexte, le GS IEN doit poursuivre et renforcer son activité grâce au soutien et à la participation d'un plus grand nombre de membres de la communauté scientifique, de chercheurs de toutes disciplines et de militants de terrain. **Après 45 ans d'expertise "pluraliste", l'ambition du GS IEN est de permettre au plus grand nombre de s'approprier les connaissances accumulées, de renforcer sa capacité d'intervention dans le débat public et d'assurer l'enrichissement et la relève de cette expertise pluraliste.**

SOUTENIR LE GS IEN : C'EST IMPORTANT !

<https://gazettenucleaire.org/>

Bulletin d'abonnement (adhésion, voir au dos)

À découper et à renvoyer avec le titre de paiement (CCP ou chèque bancaire) à l'ordre du **GS IEN** :
GS IEN – 2 Allées François Villon – 91400 ORSAY

Nom : (en majuscules)

Prénom :

Adresse :

Code Postal :

Téléphone :

Ville :

Email :

Je m'abonne à la Gazette Nucléaire :

oui ☐

non ☐

(Pour un an : France : 24 € - Étranger : 30 € - Soutien : 30 € ou plus)