



Nucléaire : un combustible grippé

« cycle »

du

Note d'information

Mars 2023

Fierté française, le « recyclage » des combustibles nucléaires usés, affiche une piètre performance après 56 ans de développements industriels. En effet, seul le plutonium, soit moins de 1% de la masse des combustibles usés, repasse en réacteur sous forme de combustible Mox. Et ces combustibles Mox ne sont pas retraités après irradiation et s'entassent dans les piscines de La Hague proches de la saturation. Comme le plutonium a une forte valeur énergétique, cela permet de réduire d'un peu moins de 10% la consommation de combustibles à l'uranium naturel enrichi.

Mais, ces dernières années, un changement de procédé à l'usine Mélox a grippé le « cycle » car les pastilles de combustibles Mox qui y sont produites n'ont pas l'homogénéité requise. Les rebuts sont renvoyés à La Haque, sans solution pour le moment. Et là aussi cela sature.

Une étude des données publiées tous les ans par l'ANDRA¹ dans ses inventaires de déchets et matières radioactifs permet d'avoir une idée de l'ampleur du problème. Plongeons-nous dans les chiffres.

Chute des taux de recyclage

Le seul recyclage en cours actuellement concerne le plutonium sous forme de combustible Mox utilisé dans 22 réacteurs nucléaires. Allons donc voir la production de l'usine Melox telle qu'elle est publiée dans les rapports d'information du site Orano Melox² au fil des ans. Voir le graphe n°1.

A noter que, depuis 2008, Orano est autorisée à produire, chaque année, jusqu'à 195 tonnes de métal lourd de Mox, mais la compagnie n'a jamais atteint ce tonnage faute de demande suffisante. Selon le dernier rapport du Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) dédié au « cycle » du combustible nucléaire³, le parc nucléaire de production d'électricité français consomme 1 200 tonnes (de métal lourd) de combustible nucléaire par an, dont 120 tonnes de Mox. La production de l'usine Mélox, qui a peu d'autres clients qu'EDF, suffisait donc aux besoins nationaux jusqu'en 2016. La chute de production est impressionnante puisqu'en 2021 elle n'était plus que de 51 tonnes, soit 41% de la moyenne des années 2015-2016.

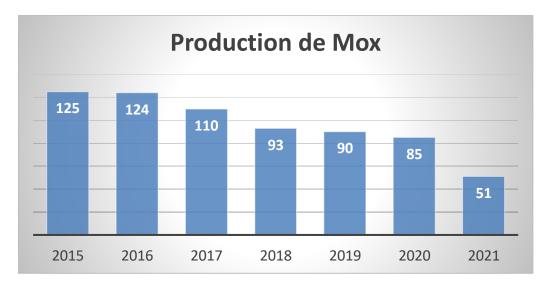
<u>Selon EDF</u>, le combustible Mox contient, en moyenne, 8% de plutonium et 92% d'uranium appauvri⁴. Et donc, en 2021, l'usine Mélox n'a utilisé que 4 tonnes de plutonium, ce qui représente environ 0,34% des 1 200 tonnes de combustibles qui sont déchargées en moyenne chaque année des réacteurs nucléaires français. Une bien piètre performance !

¹ ANDRA, Inventaire national des matières et déchets radioactifs

² Orano, <u>Rapports d'information du site Orano Melox</u>, dit Rapport TSN

³ HCTISN, <u>Présentation du « Cycle du combustible » français en 2018</u>, septembre 2018

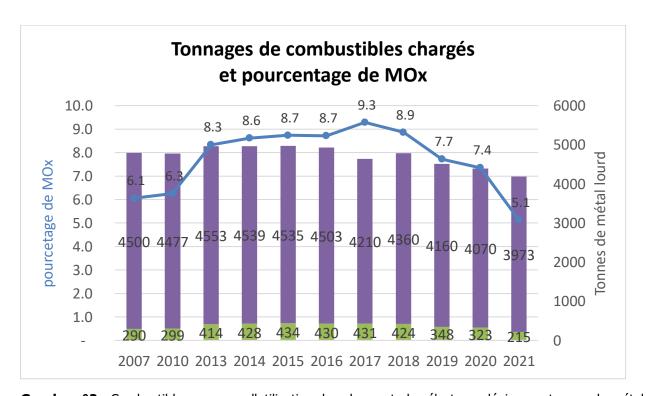
⁴ La teneur moyenne en plutonium des combustibles Mox neufs a varié de 5,3% à 7,08%. Depuis 2007, le taux moyen est passé à 8,65 % de Pu. Orano a demandé en 2014 l'autorisation d'augmenter encore la teneur en Pu à 9,08, ce qui lui a été accordé en octobre 2017.



Graphe 1 : Production de combustible Mox à l'usine Mélox en tonnes de métal lourd (source Orano)

EDF a donc été obligée de remplacer le combustible Mox manquant par du combustible classique, à l'uranium naturel enrichi pour faire face aux défaillances de son unique fournisseur de MOx. La quantité de combustibles chargés dans les réacteurs est donnée par l'ANDRA. Voir le graphe n°2.

Cela a pour première conséquence que les économies d'uranium naturel, déjà pas très élevées, ont baissé. En 2021, le Mox n'a remplacé que 5,1% des combustibles chargés en réacteurs alors que ce taux avait atteint 9,3% en 2017.



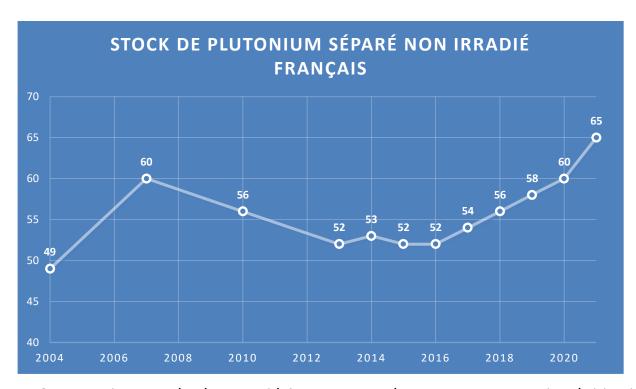
Graphe n°2 : Combustibles en cours d'utilisation dans les centrales électronucléaires en tonnes de métal lourd et proportion de Mox. Barres : tonnes de combustibles Mox (bas) et combustible classique (haut). Points : pourcentage de Mox. (Données ANDRA)

Accumulation de plutonium

L'industrie nucléaire française, au bout d'une cinquantaine d'années, était finalement arrivée à une sorte d'équilibre en retraitant, chaque année à peu près autant de combustibles usés à l'uranium naturel enrichi que ce qu'elle en déchargeait des réacteurs. Et donc, seuls les combustibles Mox, non retraités, s'accumulaient à un rythme d'environ 120 tonnes par an, auxquels il faut ajouter les 630 tonnes de combustibles usés à base d'uranium de retraitement, qui ne sont pas retraités non plus. Les combustibles Mox sont tous regroupés dans la piscine NPH de l'usine UP2-800.

Cependant, comme EDF consomme moins de Mox, il faudrait extraire moins de plutonium des combustibles usés afin de ne pas l'accumuler, pour des raisons de prolifération. Ce qui signifie moins retraiter. Et si l'on retraite moins, une partie des combustibles à l'uranium naturel enrichi va aussi s'accumuler. Or, les piscines d'entreposage des combustibles usés étant proches de la saturation, les déboires de Mélox conduisent à une situation alarmante⁵. En effet, une fois la saturation atteinte, il faut arrêter des réacteurs nucléaires, les uns après les autres.

L'autorité de sûreté nucléaire a demandé aux exploitants d'estimer la date de saturation des piscines en cas de situation particulièrement dégradée⁶ et le résultat est inquiétant : c'est courant 2024!



Graphe n°3: Plutonium séparé non irradié français entreposé en France, en tonnes de métal lourd (données ANDRA)

Face à une telle situation, Orano n'a pas baissé le flux de traitement des assemblages combustibles usés compte-tenu de la faible marge disponible dans les piscines d'entreposage, ce qui a conduit à une

⁵ ACRO, Saturation des entreposages de combustibles usés : une situation alarmante, 17 mai 2022

⁶ Ibidem

production de plutonium supérieure au besoin, comme l'a expliqué l'IRSN dans un avis⁷. L'accumulation de plutonium est bien visible dans les données de l'ANDRA. Voir le graphe n°3 qui ne représente que la part française.

On note une augmentation continue du plutonium accumulé à partir de 2017, année où la production de Mox a commencé à baisser, de 2 tonnes par an, puis en 2021, une augmentation de 5 tonnes! Ainsi, depuis 2017, ce sont 13 tonnes de plutonium supplémentaires qui ont été séparées pour éviter l'occlusion intestinale. On n'ose pas imaginer les réactions de la France si une telle accumulation avait été observée en Corée du Nord ou en Iran...

⁷ IRSN, <u>Avis nº 2022-00049</u>, 4 mars 2022

Et la saturation des piscines ?

L'ANDRA publie les quantités de combustibles usés qui engorgent les piscines d'entreposage, mais ne donne aucune indication sur les capacités disponibles et donc sur le risque de saturation. De plus, les catégories changent au cours des années et il est difficile de faire un suivi de l'évolution des stocks en piscine.

Obtenir plus de transparence sur la saturation des piscines, qui, on l'a vu, menace l'approvisionnement électrique du pays, est un long combat de l'ACRO. L'association avait révélé les conclusions d'une étude de l'IRSN sur le sujet en 2018⁸, puis avait saisi la CADA⁹ quand l'Institut s'était finalement résolu à publier son rapport, après en avoir caviardé 10% environ.

Mais ces chiffres commencent à dater et il est impossible d'avoir des informations précises sur le niveau de saturation des entreposages. EDF, qui a un projet de nouvelle piscine à La Hague, ne publie aucune donnée. Il faut accepter ses projets sans poser de questions. L'ACRO a encore réclamé, en vain, les données sur la saturation lors de la « concertation » préalable au projet de piscine.

En attendant, Orano va densifier l'entreposage existant sous eau. Mais, comme cela réduit les marges de sûreté, cette solution doit être temporaire, selon l'Autorité de sûreté nucléaire.

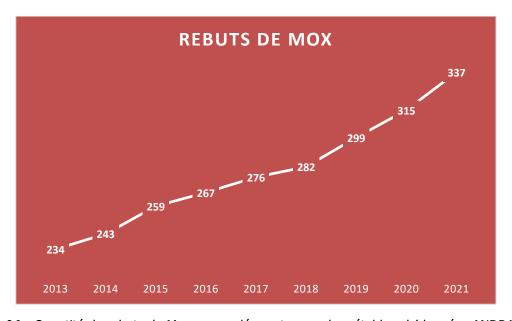
⁸ ACRO, *Nucléaire français : la fuite en avant ou l'effondrement*, octobre 2018

⁹ ACRO, <u>Saisie par l'ACRO, la CADA demande plus de transparence à l'industrie nucléaire</u>, décembre 2019

Saturation des rebuts de Mox

Que deviennent les pastilles de combustibles Mox rebutées car leur qualité n'est pas satisfaisante? Le HCTISN, dans une note de synthèse datée de mars 2022¹⁰, explique qu'« une partie de cette matière est recyclée à Mélox mais, au-delà d'une certaine quantité correspondant à environ 13% du flux de production, [les rebuts] sont conditionnés puis envoyés 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 ». Pour éviter la saturation toute proche, Orano a dû aménager en urgence de nouveaux entreposages qui ont ouvert en avril 2022. Les données ANDRA mettent en évidence une augmentation significative de la quantité de rebuts ces dernières années. Voir le graphe n°4.

Depuis 2017, ce sont 70 tonnes de rebuts qui ont été envoyées à La Hague sans solution. Elles contiennent environ 5,6 tonnes de plutonium.

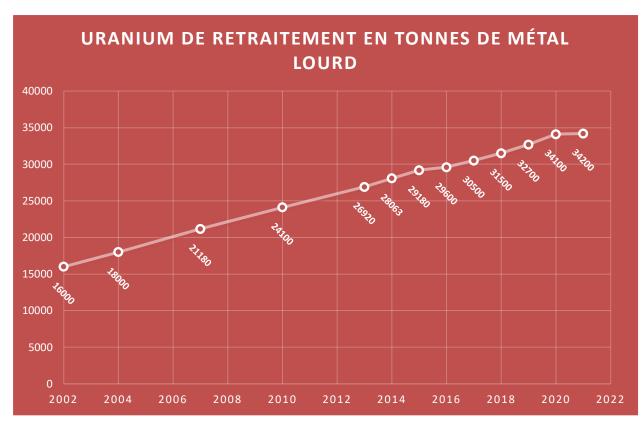


Graphe n°4 : Quantité de rebuts de Mox accumulée en tonnes de métal lourd (données ANDRA)

¹⁰ HCTISN, *Information relative à l'entreposage des combustibles usés en France*, mars 2022

Et l'uranium de retraitement ?

Outre le plutonium, l'uranium qui reste dans les combustibles usés est aussi considéré comme valorisable et est séparé lors du retraitement. Selon le dernier inventaire de l'ANDRA, la France en a 34 200 tonnes en attente de valorisation. C'est l'équivalent d'une trentaine d'années de production au rythme actuel. Autant dire qu'il est loin d'être valorisé et qu'il s'accumule au cours des ans, comme on peut le voir sur le graphe n°5.



Graphe n°5 : Tonnage d'uranium de retraitement accumulé (données ANDRA)

Quel est donc le problème ? Rappelons que l'uranium naturel est composé essentiellement de deux isotopes, l'uranium-238 et l'uranium-235 auxquels s'ajoutent des traces d'uranium-234. Seul l'uranium-235 est fissible, mais sa teneur naturelle n'est que de 0,72%. Or, les réacteurs EDF utilisent un combustible dont la teneur en uranium-235 a été enrichie entre 3 et 5%. Entre la mine et le réacteur, l'uranium voyage beaucoup pour subir des conversions chimiques et un enrichissement physique¹¹. A la sortie du réacteur, le combustible est encore composé de 95% d'uranium dont la part d'uranium-235 est retombée à une valeur comprise entre 0,8 et 0,9%. Pour le recycler, il faut donc lui faire subir à nouveau les mêmes transformations que l'uranium naturel. Le problème est que l'uranium des combustibles usés, séparé lors des opérations de retraitement, contient d'autres isotopes de l'uranium qui posent des problèmes de radioprotection et contaminent les installations de conversion et d'enrichissement.

¹¹ ACRO, *D'où vient l'uranium importé en France ?*, Note d'information, février 2023.

Seule la Russie est en capacité de convertir l'uranium de retraitement avant de l'enrichir. EDF a eu recours à ses services entre 1994 et 2013 et à peine 630 tonnes d'uranium de retraitement réenrichi ont été recyclées dans deux réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas en Ardèche. Cela ne se voit pas sur le graphe n°5. En effet, moins de 2% de l'uranium de retraitement est repassé en réacteur en plus de 50 ans. Cela n'est pas un bilan flatteur pour l'industrie nucléaire! Et il n'y aura pas de re-retraitement ultérieur.

En 2013, EDF a dû mettre fin au contrat pour des raisons environnementales : les effluents produits lors de la purification de l'uranium étaient directement injectés dans le sol... Pour sauver le mythe du recyclage, EDF a signé un nouveau contrat avec la Russie en 2018 et, cette fois-ci, les effluents issus de la purification de l'uranium français devraient être vitrifiés. Un premier lot est parti en novembre 2021 pour Seversk, ancienne « ville fermée » du complexe militaro-industriel soviétique située en Sibérie, afin d'y être converti par Tenex, filiale de Rosatom. L'invasion de l'Ukraine n'a en rien altéré les plans d'EDF et une cargaison est arrivée discrètement à Dunkerque le 28 novembre 2022. Greenpeace a permis sa médiatisation 12.

Les exactions et les crimes de guerre commis par la Russie en Ukraine n'ont pas remis pas en cause les liens avec Rosatom, l'entreprise d'Etat russe en charge du complexe militaro-industriel nucléaire, qui est pourtant directement associée à la prise en otage la centrale nucléaire ukrainienne de Zaporijjia. Mais, si EDF rompait ses contrats avec la Russie, c'en serait fini du recyclage de l'uranium qui devrait alors être classé en déchet ultime. Alors, entre l'Ukraine et le mythe du recyclage, EDF a choisi, malgré les résolutions du parlement européen¹³ qui « invite les États membres à mettre un terme à toute collaboration avec la Russie dans le domaine nucléaire, en particulier avec Rosatom et ses filiales ».

L'avenir de cette filière de recyclage de l'uranium semble compromis à moyen terme et Orano n'a pas l'intention de construire un atelier de conversion dédié en France car le marché est trop petit. Le retraitement peut difficilement être justifié par le seul recyclage du plutonium, qui représente moins de 1% des combustibles usés.

¹² Greenpeace France, <u>Malgré la guerre en Ukraine, la France se fait livrer une importante cargaison</u> <u>d'uranium naturel et enrichi en provenance de Russie</u>, 29 novembre 2022

¹³ <u>Résolution du Parlement européen</u> du 1^{er} mars 2022 sur l'agression russe contre l'Ukraine (2022/2564(RSP))

<u>European Parliament resolution</u> of 2 February 2023 on the preparation of the EU-Ukraine Summit (2023/2509(RSP))

Redressement de la situation ?

A moyen terme, se posera la question de la poursuite du retraitement. Le Royaume-Uni a cessé en 2020. La France devra décider d'ici 2030 si elle construit de nouvelles installations pour poursuivre au-delà de 2040. L'industrie nucléaire va tenter de ripoliner ses bilans pour convaincre, car, à ses mauvaises performances, s'ajoutent les plus forts rejets radioactifs en mer au monde.

Face à cette incertitude relative à l'avenir du retraitement, tout projet de nouveau réacteur nucléaire devrait être accompagné, sur le même site, d'un entreposage des combustibles usés ayant la capacité de contenir toute la production à venir.

En attendant, Orano a mis en place un plan pour redresser la situation de Mélox et va revenir à la méthode qui prévalait avant les problèmes, en utilisant de l'uranium obtenu par voie humide plutôt que par voie sèche. Pour le directeur de la communication de Mélox, il faut *« redonner du souffle »* à l'usine : coût 84 millions d'euros d'ici 2025 qui s'ajouteront aux 60 millions déjà prévus¹⁴. S'il retrouve du souffle, autant l'utiliser dans l'éolien !

¹⁴ Hubert Vialatte, <u>Orano Melox investit 84 millions dans la modernisation de son usine gardoise,</u> LesEchos.fr, Publié le 11 janv. 2022