

PNGMDR – fiche d'analyse des controverses techniques:

1- a) Quels sont les arguments techniques en faveur, ou en défaveur, du mono-recyclage actuellement pratiqué en France du point de vue de la gestion des déchets ?

Cadre 1

Position argumentée sur la question n° 1 exprimée par Wise-Paris

Cadre 2

Contre-Argumentation, présentée par Orano

Sans rechercher l'exhaustivité, Orano souhaite répondre aux points de désaccords suivants, relevés dans l'argumentaire de Wise-Paris.

En guise de préambule, nous voulons rappeler que le recyclage est désormais préconisé pour toutes les industries (plastique, métaux, verre, batteries...). Dans ce domaine, le nucléaire a été précurseur depuis plus de 40 ans.

Remettre en cause le principe même du recyclage des matières nucléaires nous apparaît incompréhensible au regard des défis environnementaux et climatiques contemporains. À titre de comparaison, le recyclage mis en œuvre sur les matières plastiques conduit à recycler environ 10% des flux. Pour autant, viendrait-il à l'esprit de nos décideurs et de la société civile de remettre en cause ce principe au motif, par exemple, que la ressource pétrolière est aujourd'hui encore abondante ?

Tout défenseur de l'environnement ne peut que promouvoir le principe du recyclage, dans le nucléaire comme dans les autres industries, tant pour réduire les déchets que pour sauvegarder les ressources naturelles.

D'après Wise-Paris, « le MOX ne fournit que 10 % environ dans les conditions actuelles de la puissance du parc, ce qui représente une économie équivalente sur l'uranium naturel (économie portée à 18 % environ lorsqu'on y ajoutait l'utilisation de l'URE) ».

Le recyclage des combustibles usés réalisé par Orano permet effectivement d'économiser les matières premières. En France, un assemblage MOX permet de fournir en électricité une ville de 100 000 habitants pendant 1 an. Orano dispose des compétences et capacités techniques pour recycler toutes les matières contenues dans le combustible usé : plutonium (1 % du combustible usé), uranium (95 % du combustible usé).

Le recyclage du seul plutonium dans les réacteurs actuels (REL) permet d'économiser 10% d'uranium naturel : le traitement de chaque tonne de combustible usé permet ainsi l'économie d'une tonne d'uranium naturel.

Le recyclage de l'uranium suspendu en 2012 en raison notamment des bas prix actuels de l'uranium naturel, reprendra en 2023, portant à plus de 20% l'économie de ressource naturelle (soit 2 tonnes d'uranium naturel économisée pour 1 tonne de combustible usé traitée).

Selon Wise-Paris, « le rapport dit Charpin-Pellat-Dessus, remis au Premier ministre en 2000 a définitivement clarifié, sur la base des chiffres fournis par les exploitants, que la stratégie dite de « mono-recyclage » coûtait en réalité 7 % environ plus cher à l'échelle du parc, que l'utilisation directe de combustible UOX, sans retraitement. »

Plus loin, Wise-Paris poursuit son propos sur la valeur du plutonium dans les comptes des électriciens pour arguer du non intérêt économique du traitement recyclage en indiquant : « [...] le plutonium a même parfois une valeur négative : ces clients paient pour en être débarrassés, et ne récupérer que les déchets ultimes. »

Dans les deux raisonnements, on oublie de prendre en compte la valeur du traitement des UOX usés pour les électriciens

- En omettant l'effet économique de réduction des risques liés à l'entreposage de très longue durée et la réduction des incertitudes liées à la reprise des combustibles usés pour conditionnement avant stockage définitif.
- En ne prenant pas en compte l'optimisation du stockage définitif.

C'est cette valeur de service, associée à la valeur des produits recyclés, qui permet au client du traitement de subventionner la fabrication et l'irradiation du MOX en réacteur. Les Pays-Bas, par exemple, poursuivent le traitement recyclage en raison d'une gestion optimisée des déchets, tout en attachant une importance particulière à l'économie.

Selon Wise Paris, « c'est moins de 2 % de la matière première qui connaît effectivement un recyclage dans le parc », lorsque l'uranium est recyclé.

Le rapport du Haut Comité sur la Transparence et l'information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) publié en 2018 indique (p.6/101)¹ :

« Sur 1 200 tonnes de combustibles chargées chaque année dans les réacteurs, 120 tonnes sont des combustibles MOX fabriqués à partir des 10,8 tonnes de plutonium recyclé.

Si l'on comptabilise les quantités de matières recyclées, il convient de considérer un taux de recyclage inférieur à 1% correspondant au rapport 10,8 t (matières recyclées) / 1 200 t (matières totales chargées).

Si l'on considère le potentiel énergétique des matières, on peut considérer que la fraction économisée de combustible frais à l'uranium naturel enrichi permise par le recyclage du plutonium conduit à établir le rapport 120 t (combustibles issus du recyclage) / 1 200 t (totalité des combustibles), ce qui représente un taux de recyclage de 10% [Note de bas de page : Ce taux s'élèverait à 16 % avec la reprise du recyclage de l'uranium de retraitement sur les 4 réacteurs de Cruas (ces réacteurs fonctionneraient avec 74 t d'URE par an environ)]. C'est également un taux de 10% qu'il convient de retenir si on considère l'économie d'uranium naturel permise par le combustible MOX (au total 18 000 t d'uranium naturel ont été économisées depuis 1987)».

Comme indiqué également dans ce rapport (cf. page 88), il convient de rappeler que jusqu'en 2009, le flux de traitement à La Hague était d'environ 850 tML/an et qu'EDF utilisait entre 17% et 34% de la production annuelle d'URT selon les années. Entre 2010 et 2012 inclus, 590 tonnes d'URT/an (60% de la production annuelle) ont été utilisées pour fabriquer de l'URE.

Enfin, à la page 90 de ce même rapport, il est précisé que « Les premières tranches qui seront chargées en combustible URE seront progressivement les tranches de Cruas, puis à partir de 2027 jusqu'à 3 tranches de réacteurs 1300 MWe. Ainsi, en régime stabilisé, environ 138 tonnes de combustible URE seront chargées annuellement, correspondant à environ 1 100 tonnes d'URT recyclées soit un peu plus que la production annuelle d'URT issue du traitement (dans ce rapport de 1 080 tonnes de combustible URE)».

Ajoutée à 120 t de MOX, cette quantité conduirait à un taux de recyclage de (138 t + 120 t) /

¹ Rapport du HCTISN "présentation du « cycle du combustible » français en 2018" -27 juillet 2018 (mise à jour 21 septembre 2018)

1200 tonnes représentant une économie de ressource naturelle supérieure à 20%.

À titre de comparaison, notons que le traitement et le recyclage d'une tonne de combustible avec les technologies actuelles, conduit à

- l'économie d'une tonne environ d'uranium naturel en cas de seul recyclage du plutonium sous forme de MOX,
- et une économie de deux tonnes environ d'uranium naturel en cas de recyclage de l'uranium et du plutonium.

Wise Paris indique que « là où l'utilisation directe du combustible UOX ne génère que des déchets miniers, et des déchets d'uranium appauvri et de combustible UOX usé, la gestion par retraitement complexifie énormément la gestion du « cycle » en multipliant les catégories. Sont ainsi accumulés, outre les précédents et les déchets ultimes du retraitement : du plutonium séparé sans emploi, de l'uranium de retraitement (et le même, appauvri), du combustible MOX et du combustible URE usés, et même des rebuts de fabrication de MOX.»

Tout traitement et recyclage de déchets, nucléaire ou non, rajoute des opérations et, de ce point de vue, complexifie le cycle en comparaison d'une mise directe au stockage.

Tous les déchets du traitement sont en réalité conditionnés en un nombre limité de catégories et de formes physiques. Les conditionnements sont adaptés à la nature des déchets. Les modes de gestion sont définis en accord avec les principes mis en œuvre par l'Andra. Leur quantité et leur nature sont recensées dans le cadre de l'Inventaire National des matières et déchets radioactifs.

Plus précisément, concernant l'uranium de retraitement et l'uranium de retraitement appauvri, rappelons ici que toute tonne d'uranium recyclé évite la consommation d'environ 1 tonne d'uranium naturel.

Ainsi, la comparaison cycle fermé / cycle ouvert donne donc, pour toute tonne d'uranium recyclée :

<u>Cycle fermé</u>	<u>Cycle ouvert</u>
1 t d'uranium retirée du déchet final	1 t d'uranium dans les déchets
	+ 1 t d'uranium naturel consommé
+1 tonne d'uranium recyclé appauvri produite	+ 1 t d'uranium appauvri produite

Comme rappelé dans le rapport HCTISN du 21 septembre 2018 « Présentation du Cycle du combustible français en 2018 » en page 56 : « *l'uranium de retraitement et l'uranium appauvri sont aujourd'hui classés comme des matières radioactives valorisables* ». Les mécanismes de classification des matières et déchets radioactifs sont décrits dans ce rapport. La classification des substances radioactives en tant que matières ou déchets radioactifs relève en premier lieu de la responsabilité de leur producteur. Le gouvernement s'assure de la pertinence de cette classification, notamment au travers de la mise en œuvre des dispositions suivantes prévues à l'article L. 542-13-2 du code de l'environnement : « *Les propriétaires de matières radioactives, à l'exclusion des matières nucléaires nécessaires à la défense, informent les ministres chargés de l'énergie et de la sûreté nucléaire des procédés de valorisation qu'ils envisagent ou, s'ils ont déjà fournis ces éléments, des changements envisagés. 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. Un décret définit les modalités d'application du présent article.*».

La valorisation effective par Orano a été rappelée dans le rapport du HCTISN. Orano a pratiqué le ré-enrichissement d'une partie de son stock d'uranium appauvri directement dans ses installations ou en ayant recours aux capacités russes. Elle a concerné de l'ordre de 60 000 tonnes d'uranium appauvri entre 2000 et 2010. Les perspectives de valorisation sur les court, moyen et long termes de l'uranium appauvri d'Orano ont par ailleurs été présentées en réunion plénière du Groupe de Travail PNGMDR du 21 septembre 2018 ainsi que dans le cadre des travaux du HCTISN (cf. rapport associé).

En synthèse, contrairement à ce qu'indique Wise-Paris, l'uranium appauvri et les combustibles usés ne sont pas des déchets.

Wise-Paris poursuit en indiquant « sur le premier point, la démonstration consiste essentiellement à comparer, de manière biaisée, le volume en stockage définitif d'un combustible UOX usé et d'une quantité de déchets vitrifiés et technologiques correspondant à son retraitement. Ces derniers en sortent gagnants. Mais dès lors que l'on prend en compte les autres stocks, et particulièrement les combustibles MOX, qui ne sont pas retraités dans les conditions actuelles et nécessiteraient en cas de stockage, de par leur chaleur plus élevée, un volume plus important, le volume nécessaire au stockage définitif est supérieur en « mono- recyclage » que sans.

Comme l'indique l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) dans son avis du 18 octobre 2018 sur la cohérence du cycle du combustible nucléaire en France, « le choix de retraiter les combustibles nucléaires usés [...] vise à réduire la quantité et la nocivité des déchets radioactifs ». Aussi, un des objectifs majeurs des procédés de traitement et conditionnement des déchets mis en œuvre sur l'usine Orano de La Hague, est bien de réduire le volume des déchets radioactif de haute activité d'un facteur 5 et de diviser leur toxicité par un facteur 10, tout en conditionnant l'ensemble des déchets dans des colis standardisés acceptables au stockage profond. Le facteur 5 de réduction de volume des déchets est calculé en considérant que les combustibles MOX usés seront traités ultérieurement, conformément à la stratégie française actuelle. Toutefois, si l'on considère que les MOX usés ne seront pas recyclés et qu'ils doivent être pris en compte dans le bilan des déchets, le facteur de réduction de volume des déchets de haute activité est supérieur à 3.

Exemple de calcul :

- En cycle ouvert sans traitement des combustibles UOX usés
 - 1 100 combustibles UOX usés de 0,5 t sont stockés par 4 dans 250 emballages de 5 m³, soit un volume de 1 375 m³.
 - **Total = 1 375 m³**

- Avec traitement des UOX et les combustibles MOX usés recyclés ultérieurement
 - 1 000 combustibles UOX usés traités permettent de produire le plutonium nécessaire à 100 MOX, pour un total de 1 100 combustibles en réacteurs
 - Le traitement des UOX usés génèrent 375 CSDV et 300 CSDC
 - Les colis vitrifiés sont stockés unitairement dans un sur-conteneur de 0,5 m³, soit un volume total de 188 m³
 - Les colis compactés d'un volume unitaire de 0,18 m³ sont stockés directement, soit 54 m³
 - **Total = 242 m³**
Soit une réduction d'un **facteur 5.6** comparé au cycle ouvert

- Avec traitement des UOX et stockage des combustibles MOX usés
 - 1 000 combustibles UOX usés traités permettent de produire le plutonium nécessaire à 100 MOX, pour un total de 1 100 combustibles en réacteurs
 - Le traitement des UOX usés génèrent 375 CSDV et 300 CSDC
 - Les colis vitrifiés sont stockés unitairement dans un sur-conteneur de 0,5 m³, soit un volume total de 188 m³
 - Les colis compactés d'un volume unitaire de 0,18 m³ sont stockés directement, soit 54 m³
 - Les 100 combustibles MOX usés sont stockés unitairement dans des emballages de 1,36 m³, soit un volume de 136 m³
 - **Total = 378 m³**
Soit une réduction d'un **facteur 3.6** comparé au cycle ouvert

Selon WISE-Paris, « l'argument relatif à la radiotoxicité intrinsèque, qui consiste à justifier le retraitement par le gain consistant à éviter la présence dans le stockage final du plutonium, contributeur majeur à la radiotoxicité du combustible usé, est irrecevable ».

L'usine Orano de La Hague permet de produire des combustibles recyclés équivalents à ceux fabriqués à partir d'une mine d'uranium produisant de 1 000 à 2 000 t d'uranium par an. L'impact de l'usine de La Hague sur les populations environnantes est évalué à moins de 0.02 mSv/an, plus de cent fois inférieur au niveau moyen de radioactivité naturelle mesurée en France.

Certes, les matières manipulées présentent des risques d'exposition des travailleurs et de la population. Mais l'efficacité des mesures prises pour maîtriser ces risques est démontrée notamment par le chiffre ci-dessus, avec au total un impact sensiblement moindre en pratique que celui généré par les activités d'une mine de taille de production comparable.

Si l'on compare les effets sur l'impact radiologique du stockage géologique, cet impact sera en principe très faible, plus faible là encore dans le cas du stockage des déchets issus du traitement que dans le cas du stockage direct des combustibles usés. Cet effet est en particulier dû à la gestion de l'iode 129 :

- Dans le cas du traitement, il est rejeté au moment du traitement et est pris en compte dans l'impact de l'usine de La Hague de 0.02 mSv/an rappelé ci-dessus.
- Dans le cas du stockage direct, il est stocké avec le combustible usé et contribue à l'impact du stockage définitif, qui reste très faible.

Selon Wise-Paris, le traitement conduit à l'accumulation de quantités croissantes de plutonium, en violation des principes de lutte contre la prolifération.

Le traitement-recyclage pratiqué en France ne viole en aucun cas les principes de lutte contre la prolifération.

Rappelons à cet effet le rapport du HCTISN « Présentation du cycle du combustible français en 2018 », notamment le chapitre II.3.2.4.2.3 « La gestion du stock de plutonium » : les directives de l'AIEA relatives à la gestion du plutonium du 16 avril 1998 (INFCIRC/549) rappellent les engagements pris par la France le 28 novembre 1997 en matière de gestion du plutonium séparé ou contenu dans du combustible non irradié en vue d'éviter de contribuer au risque de prolifération. Ces engagements consistent notamment à gérer le plutonium de manière compatible avec les décisions nationales sur le « cycle du combustible » nucléaire tout en garantissant l'utilisation pacifique du plutonium, par un équilibrage de l'offre et de la demande de plutonium séparé ou contenu dans du combustible non irradié [...]».

La France déclare chaque année à l'AIEA les quantités de plutonium séparé ou contenu dans du combustible non irradié entreposées en France. Ces déclarations sont consultables sur le site de l'AIEA32.

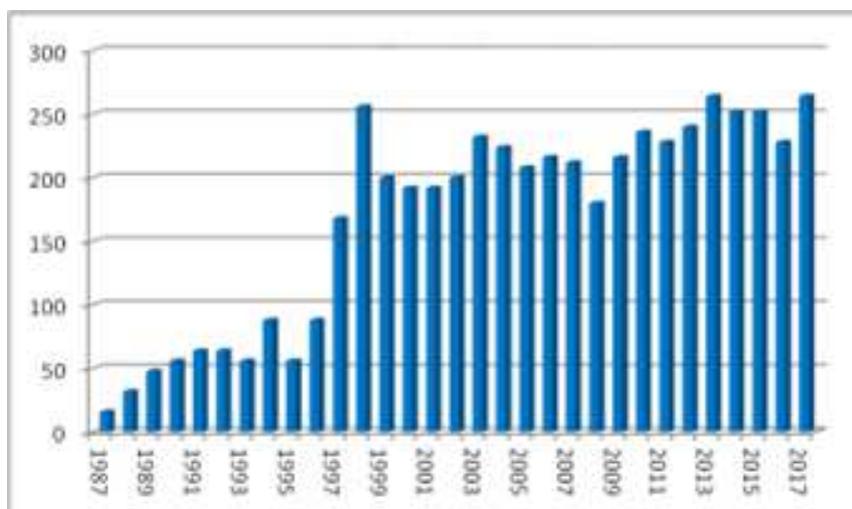
Au 31 décembre 2016, sur la base de cette déclaration, en France, on comptabilise 81,7 tonnes de plutonium séparé ou présent dans du combustible MOX non irradié en cours de fabrication ou fabriqué, dont :

- 43,8 tonnes sont entreposées à La Hague ; ce stock correspond au plutonium séparé non irradié issu du retraitement du combustible usé, dans l'attente de sa réutilisation dans les assemblages combustibles MOX pour EDF ou des clients étrangers ;
- 9,2 tonnes sont dites « engagées » dans le processus de fabrication des assemblages combustibles MOX qui se déroule principalement dans l'usine de fabrication MELOX.
- 28,1 tonnes sont contenues dans des assemblages combustibles MOX non irradiés ; ces assemblages en attente d'expédition sont entreposés sur le site de MELOX et de façon conjoncturelle sur le site de La Hague, ou entreposés en piscine de réacteur avant leur chargement ; quant aux assemblages combustibles MOX considérés comme rebutés, ils sont entreposés en piscine sur le site de La Hague en attente de leur retraitement ;
- Une très faible quantité (0,5 tonne) est présente dans le procédé d'installation de traitement de La Hague et le reste est entreposé dans des installations de recherche.

Concernant l'évolution de ce stock, les statistiques annuelles des quantités de plutonium civil non irradié communiquées par le gouvernement français sont disponibles sur le site de l'AIEA sont par exemple pour les années 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 les suivantes :

Rubriques	1995	2000	2005	2010	2015
1. Plutonium séparé non irradié dans les installations d'entreposage d'usines de retraitement	36,1	53,7	49,8	47	43,6
2. Plutonium séparé non irradié en cours de fabrication; plutonium contenu dans des produits non irradiés semi-finis ou non finis dans des usines de fabrication de combustibles (ou dans d'autres installations)	10,1	14,8	14,4	5,5	8,9
3. Plutonium contenu dans du combustible MOX non irradié ou dans d'autres produits fabriqués sur les sites de réacteurs ou sur d'autres sites	3,6	9,2	15,9	27,1	26,7
4. Plutonium séparé non irradié détenu dans d'autres installations que celles visées aux rubriques 1 et 2	5,5	5	1,1	0,6	0,5
5. Total (1+2+3+4)	55,3	82,7	81,2	80,2	79,7
6. Plutonium appartenant à des autorités étrangères	25,7	38,5	30,3	24,2	16,3
<i>Plutonium de propriété française (calculé [5] - [6])</i>	<i>29,6</i>	<i>44,2</i>	<i>50,9</i>	<i>56</i>	<i>63,4</i>

Ce tableau montre une croissance du stock de plutonium non irradié français qui s'explique principalement par une augmentation de l'inventaire annuel en plutonium contenu dans le combustible MOX en attente de chargement (cf. figure ci-dessous), et par une augmentation du niveau de production de l'usine MELOX pour répondre à la demande du parc français.



Chronique de chargement du combustible MOX dans les réacteurs du parc (nombre annuel d'assemblages) – source EDF/rapport HCTISN du 27 juillet 2018

Enfin, du point de vue de la non-prolifération, notons que le recyclage en MOX du plutonium produit dans les combustibles UOX permet de limiter son accumulation et de dégrader son isotopie.

Cadre 3, rempli entre le 15 et le 20 novembre par l'auteur du cadre 1

Réponses de l'auteur du cadre 1 aux arguments développés dans le cadre 2