

# Plutonium entreposé à La Hague 2010-2016

Jean Claude Zerbib et André Guillemette, document de travail, 13 février 2018



## Sommaire

<b>1. Le plutonium de retraitement .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Entreposage en piscine des combustibles MOX rebutés .....</b>	<b>2</b>
2.1.    Evaluation du tonnage de MOX rebuté à La Hague .....	3
2.2.    Tonnage de plutonium contenu dans les MOX rebuté .....	3
<b>Conclusions .....</b>	<b>4</b>
Bibliographie .....	5

## Pour aller plus loin...

... deux *Dossiers de Global-Chance.org*, à découvrir sur le site de l'association :

### **DÉCHETS NUCLÉAIRES : QU'EN FAIRE ?**

*Rapports, analyses, tribunes, interviews, etc. :*

*Les analyses de Global Chance et de ses membres sur la question des déchets nucléaires*

<http://www.global-chance.org/DECHETS-NUCLEAIRES-QU-EN-FAIRE>

### **BURE : CECI N'EST PAS UN DÉBAT PUBLIC**

*Contributions, analyses, vidéos, etc. :*

*Global Chance et ses membres dans le « débat public » sur le projet Cigéo*

<http://www.global-chance.org/BURE-CECI-N-EST-PAS-UN-DEBAT-PUBLIC>

# Plutonium entreposé à La Hague 2010-2016

Jean Claude Zerbib, André Guillemette, 13 février 2018

Le plutonium entreposé à La Hague est présent sous plusieurs formes :

1. extrait des combustibles irradiés et conditionné sous forme de poudre de dioxyde de plutonium (PuO<sub>2</sub>),
2. sous forme de pastille d'oxyde mixte (UO<sub>2</sub>-PuO<sub>2</sub>) insérés dans les "crayons" des combustibles MOX rebutés par l'usine Melox, mais entreposés à La Hague en piscine du fait du dégagement thermique du plutonium,
3. dans des combustibles UOX irradiés susceptibles d'être retraités,
4. dans des combustibles MOX et URE irradiés qui ne seront pas retraités.

Nous allons faire le bilan des deux premières formes sur la base des données d'AREVA et de l'ANDRA.

## 1. Le plutonium du retraitement

Depuis 2007, Areva publie un rapport annuel sur le retraitement des combustibles étrangers. Ces rapports fournissent notamment le tonnage total de plutonium entreposé (sous forme de PuO<sub>2</sub>) et sa répartition en pourcentage en fonction des pays qui ont donné à Areva des combustibles à retraiter. Le bilan 2007-2016 figure au tableau N°1.

Tableau N°1 : Evolution et répartition du tonnage de plutonium entreposé à La Hague

Pays	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>France</b>	<b>41,5t</b> (68)	<b>37,8t</b> (61)	<b>37,1t</b> (61,9)	<b>37,7t</b> (62,8)	<b>36,2t</b> (63,5)	<b>37,8t</b> (67,5)	<b>39,5t</b> (70,6)	<b>41,1t</b> (73,4)	<b>43,2t</b> (74,5)	<b>44,1t</b> (74,8)
<b>Allemagne</b>	0,31t (0,5)	0,68t (1,1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1,0t (1,8)	1,3t (2,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<b>Australie</b>	<61kg (<0,01)	(<0,01)	<60kg (<0,1)	<60kg (<0,1)	<57kg (<0,1)	<56kg (<0,1)	<56kg (<0,1)	<56kg (<0,1)	0 (0)	0 (0)
<b>Belgique</b>	<61kg (<0,01)	<62kg (<0,01)	<60kg (<0,1)	<60kg (<0,1)	<57kg (<0,1)	<56kg (<0,1)	<56kg (<0,1)	<56kg (<0,1)	<58kg (<0,1)	<59kg (<0,1)
<b>Italie</b>	-	5,3t (8,5)	5,7t (9,5)	5,8t (9,7)	4,6t (8,0)	1,2t (2,1)	0 (0)	<56kg (<0,1)	<58kg (<0,1)	<59kg (<0,1)
<b>Japon</b>	<b>18,9t</b> (31)	<b>17,9t</b> (28,9)	<b>16,9t</b> (28,1)	<b>16,2t</b> (27,0)	<b>16,1t</b> (28,3)	<b>15,8t</b> (28,2)	<b>14,9t</b> (26,6)	<b>14,9t</b> (26,6)	<b>14,8t</b> (25,5)	<b>14,9t</b> (25,2)
<b>Pays-Bas</b>	0,31t (0,5)	0,31t (0,5)	0,31t (0,5)	0,31t (0,5)	0,11t (0,2)	0,22t (0,4)	0,22t (0,4)	<56kg (<0,1)	<58kg (<0,1)	<59kg (<0,1)
<b>Total entreposé</b>	<b>61t</b> (100)	<b>62t</b> (100)	<b>60t</b> (100)	<b>60t</b> (100)	<b>57t</b> (100)	<b>56t</b> (100)	<b>56t</b> (100)	<b>56t</b> (100)	<b>58t</b> (100)	<b>59t</b> (100)

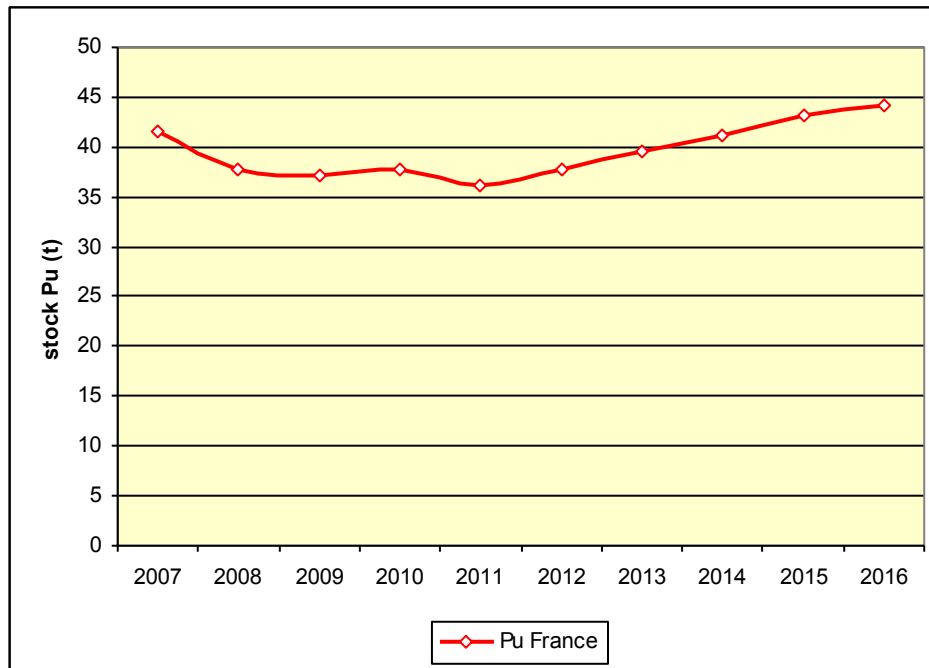
Sources : [Areva 2008 à 2017].

*Nota* : Les chiffres entre parenthèses sont les % fournis par Areva. Le tonnage résulte d'un calcul à partir de ce tonnage total, qui est une valeur arrondie à la tonne près.

Le tonnage entreposé annuellement à La Hague évolue peu en 10 ans. Il est en moyenne égal à 58,5 tonnes qui se répartissent principalement (95,3%) entre la France (67,7%) et le Japon (27,6%).

Par contre, le stock de plutonium français, augmente de 8 t de 2011 à 2016, en progression régulière de 1,3 t/an sur 6 ans, ce qui est en contradiction avec le discours des exploitants et de leurs autorités de tutelle sur la stabilité, voire la réduction du stock de plutonium extrait des combustibles irradiés.

*Evolution du stock de plutonium français stocké à Areva-Orano La Hague*



Source : [AREVA 2007 à 2016]

## 2. Entreposage en piscine des éléments combustibles MOX rebutés

L'emploi à EDF, des combustibles MOX dans les réacteurs de 900 MW, a été initié en 1987 (16 éléments à St Laurent B1) avec des assemblages fabriqués au centre CEA de Cadarache (ATPu). A partir de 1998, cet usage est passé en régime de croisière avec le chargement annuel d'environ 200 à 220 assemblages<sup>1</sup>, (# 100 tonnes/an).

Ce type de combustible est actuellement fabriqué à Melox<sup>2</sup>, une usine implantée en 1990 sur le site nucléaire de Marcoule (Gard). La matière ouvragée est composée d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium :  $UO_2$ - $PuO_2$  avec des teneurs variables en plutonium. Les pastilles qui ont été rebutées lors des contrôles sont broyées (la "chamotte") et ajoutées au mélange d'oxydes.

<sup>1</sup> Chaque assemblage MOX renferme environ 463 kg de matière nucléaire (uranium + plutonium). Ce poids va varier légèrement avec la teneur en plutonium.

<sup>2</sup> Depuis le décret du 26 avril 2007, MELOX (capacité initiale de 101 t) est autorisée à augmenter sa capacité de production de 145 à 195 tonnes de métaux lourds.

Comme dans tout procédé industriel, certains crayons fabriqués ne répondent pas aux tests de contrôle de qualité<sup>3</sup>. Pour en faciliter leur gestion, ces crayons défectueux sont regroupés pour former un assemblage combustible "rebuté", qui du fait de son dégagement thermique important, sera entreposé en piscine, à La Hague<sup>4</sup>.

## 2.1 Evaluation du tonnage de MOX rebutés à La Hague

Ces combustibles MOX rebutés constituent ainsi le deuxième stock de plutonium présent sur le site de La Hague. Cependant, en l'absence de données d'Areva sur cette catégorie d'assemblages nous devons faire des estimations à partir d'autres données disponibles.

L'Andra fournit dans ses bilans le tonnage de plutonium entreposé à La Hague sous forme de PuO<sub>2</sub>, mais ce n'est que dans son bilan de "Fin 2013" qu'apparaissent pour la 1ère fois les "MOX rebutés" apparaissent explicitement dans le bilan publié [ANDRA 2015] (page 41) : *"Les rebuts de combustibles mixtes uranium-plutonium non irradiés en attente de retraitement<sup>5</sup> représentent 234 tonnes sur le site de La Hague"*.

Comme le rapport [AREVA 2014] précise que fin 2013, 7 000 assemblages MOX ont été fabriqués (soit 3 241 t), cela signifie qu'en moyenne le taux de rebut est de 234t / 3 241t, soit 7,2%. Nous supposons ce taux moyen inchangé les années suivantes, afin de calculer le nouveau stock de MOX rebutés.

Fin 2016, c'est un total de 7880 assemblages qui a été livré par Melox dans le monde [AREVA 2017], soit 880 assemblages (407,4 t) fabriqués en 3 ans. Melox a donc ouvragé en moyenne 135,8 tonnes de MOX par an.

Ainsi, fin 2016, en supposant que le tonnage annuel de MOX fabriqué à Melox n'a pas changé, le tonnage total des MOX rebutés devait être voisin de **263 tonnes**<sup>6</sup>.

## 2.2 Tonnage de plutonium contenu dans les MOX rebutés

Mais pour évaluer la quantité de plutonium que renferment ces 263 tonnes de MOX rebutés, il faudrait connaître leurs teneurs moyennes en plutonium. Or, ces teneurs ont varié au cours des années [Guillemette 2013] : de 5,3% à 7,08%, avant que ce taux moyen ne passe à 8,65% de plutonium en 2007, afin d'équilibrer les taux de combustion des combustibles UO<sub>2</sub> et MOX chargés dans le réacteur. Ce taux pourrait passer à 9,5% plus tard selon l'IRSN [IRSN 2013].

Fin 2007, il a été fabriqué selon Areva [AREVA 2008], un peu plus de 5 000 assemblages MOX (2315 tonnes) avec une teneur en plutonium comprise entre 5,3% et 7,08%. Pour un taux moyen de plutonium (6,19%) et une teneur de rebut de 7,2% il a été produit 360 assemblages rebutés (166,7 t) renfermant 12,0 t de plutonium

---

<sup>3</sup> Melox déclare que 130 "paramètres qualité" sont ainsi contrôlés tout au long du procédé de fabrication d'un assemblage.

<sup>4</sup> Ce sont deux arrêtés du 29 mars 2005 qui autorisent la COGEMA La Hague à entreposer dans UP2-800 et UP3, des déchets technologiques des usines de fabrication du MOX.

<sup>5</sup> Si l'exploitant souhaite récupérer le plutonium des combustibles MOX, cela nécessite un cisailage et une dissolution avant de procéder à la séparation uranium-plutonium.

<sup>6</sup> 234 t cumulées fin 2013 + (135,8 t/an x 7,2% x 3 années) = 263,3 tonnes en 2016

De 2008 à 2016, c'est un total de 96,6 tonnes (263,3-166,7) de MOX rebutés qui s'est ajouté au stock de la fin 2007. Avec une teneur de 8,65% en plutonium cet ajout représente 8,4 tonnes.

Le tonnage total de MOX rebutés entreposé en piscine à La Hague fin 2016 recèlerait environ **20,4** tonnes de plutonium.

## **Conclusions**

Au cours des dix dernières années, pour lesquelles Areva a publié des données sur le retraitement des combustibles français et étrangers, nous observons que le tonnage du plutonium extrait des combustibles irradiés retraités est relativement stable et voisin de 58,5 tonnes.

Ce plutonium, entreposé dans de petits conteneurs sous forme de PuO<sub>2</sub>, se répartit principalement (95,3%) entre la France (67,7%) et le Japon (27,6%). Compte tenu du lent redémarrage du nucléaire japonais, la part japonaise entreposée à La Hague, légèrement décroissante de 2007 à 2016 (- 21%) se stabilisera encore plusieurs années.

Nous observons que cette décroissance de l'avoir japonais est compensée par une augmentation progressive, depuis 2011, de la part française (+ 22% en 5 ans).

Si les Autorités avaient demandé à Areva de stabiliser l'oxyde de plutonium entreposé, et d'équilibrer le flux provenant du traitement de combustibles usés et le flux recyclé dans le combustible à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX), elles n'avaient peut-être pas pris en compte la décroissance possible de la part des clients étrangers.

En matière de "bilan plutonium" dans les usines de La Hague, il est important de prendre en compte, en plus de la part française sous forme de dioxyde de plutonium (PuO<sub>2</sub>), le tonnage de plutonium, sous forme de pastilles d'oxyde mixte UO<sub>2</sub>-PuO<sub>2</sub>, insérées dans les gaines des assemblages MOX rebutés.

Pour 2016, ce "bilan plutonium " est donc égal à 64,5 tonnes (44,1 t + 20,4t).

**Jean Claude Zerbib et André Guillemette, 13 février 2018**

## Bibliographie

[ANDRA 2006], Andra, *Rapport de synthèse 2006*, Inventaire national des déchets radioactifs et matières valorisables, 184 pages, Châtenay-Malabry, 2006.

[ANDRA 2009], Andra, *Rapport de synthèse 2009*, Inventaire national des matières et déchets radioactifs, 123 pages, Châtenay-Malabry, 2009.

[ANDRA 2012], Andra, *Rapport de synthèse 2012*, Inventaire national des matières et déchets radioactifs, 212 pages, Châtenay-Malabry, 2012.

[ANDRA 2015], Andra, *Rapport de synthèse 2015*, Inventaire national des matières et déchets radioactifs, 178 pages, Châtenay-Malabry, 2015.

[AREVA 2008], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2007, juin 2008.

[AREVA 2009], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2008, juin 2009.

[AREVA 2010], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2009, juin 2010.

[AREVA 2011], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2010, juin 2011.

[AREVA 2012], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2011, juin 2012.

[AREVA 2013], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2012, juin 2013.

[AREVA 2014], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2013, juin 2014.

[AREVA 2015], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2014, juin 2015.

[AREVA 2016], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2015, juin 2016.

[AREVA 2017], AREVA, Traitement des combustibles usés provenant de l'étranger dans les installations AREVA NC de La Hague, Rapport 2016, juin 2017.

[Guillemette 2013], Guillemette André et Zerbib Jean Claude, Les combustibles MOX d'EDF, production et stockages, bilans 2011, Global Chance - N° 33 - Mars 2013.

[IRSN 2013], IRSN, Le combustible MOX en France, IRSN, Dernière mise à jour : Février 2013. URL : [www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations\\_nucleaires/cycle\\_combustible/fabrication\\_combustible\\_MOX/Pages/MOX.aspx#.WVun-ojyIU](http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/cycle_combustible/fabrication_combustible_MOX/Pages/MOX.aspx#.WVun-ojyIU)