

Le cul-de-sac de la stratégie française du plutonium

Mycle Schneider

Consultant international en énergie et politique nucléaire, Paris

Membre du *International Panel on Fissile Materials* (IPFM)

(basé à l'Université de Princeton, USA)

Coordinateur et auteur principal de l'ouvrage annuel

The World Nuclear Industry Status Report

Audition de la Commission d'Enquête sur le Coût de la Filière Nucléaire
Paris, le 10 avril 2014

La justification *historique* de la séparation du plutonium

- Besoins militaires
 - 1945: Nagasaki bombe au plutonium
 - 1958: UP1 (Usine de Plutonium), Marcoule
 - 1966: UP2, La Hague 50% budget civil / 50% budget militaire du CEA
- Rêves civils et surgénérateurs
 - 1951: EBR-1 aux USA, première production d'électricité (fusion du cœur en 1955)
 - 1953: Eisenhower discours « Atoms for Peace »
- Prévisions post-1973 pour réacteurs nucléaires dans le monde en l'an 2000
 - 1974: AIEA prévoit plus de 4.000 réacteurs
 - 1976: CEA prévoit 540 surgénérateurs type Superphénix, dont 20 en France
- Conséquences
 - 1974-1976: prix de l'uranium s'envolent (d'un facteur 4)
 - 1976-1978: signature des contrats de retraitement pour UP3 (Allemagne, Japon, etc.)
 - 1977: début de construction de Superphénix
 - 1981 (12 mai!): signature de l'autorisation de création d'UP2-800/UP3

La justification *modifiée* de la séparation du plutonium*

« En 1982, quand il est apparu que le développement de ces réacteurs [rapides] serait **différé et pour longtemps**, EDF a dû réexaminer la situation pour voir si le recyclage du plutonium dans les réacteurs à eau sous pression présentait un intérêt suffisant pour **légitimer la poursuite du programme de retraitement**. »

En 1985

- « **vu l'état d'engagement...** » confirmation retraitement + MOX, aucune analyse de l'option stockage direct combustibles irradiés
- divergence Superphénix

En 1989

- EDF analyse changements depuis 1985: « diminuant sensiblement la valeur de toute substitution » de l'uranium et « dérive notable des coûts du retraitement »
- « malgré la baisse importante de la compétitivité du MOX (...), il apparaît que l'option 'retraitement' doive-t-êtr e maintenue dans un premier temps (...). Une remise en cause (...) aurait par ailleurs un **retentissement considérable dans le monde, nuisible à l'ensemble du nucléaire** ».

*Toutes les citations d'EDF, « Combustible MOX – Aspects Techniques, Economiques et Stratégiques », 24 novembre 1989

Le démarrage à grande échelle de l'économie du plutonium*

1989: Démarrage d'UP3

1994: Démarrages d'UP2-800 et de MELOX

1995: EDF inscrit valeur zéro aux stocks de plutonium et d'uranium retraité

1996: Arrêt de Superphénix (facteur de charge 6%, production de 8 TWh)

1997: L'Etat contraint EDF à augmenter le nombre de réacteurs moxés

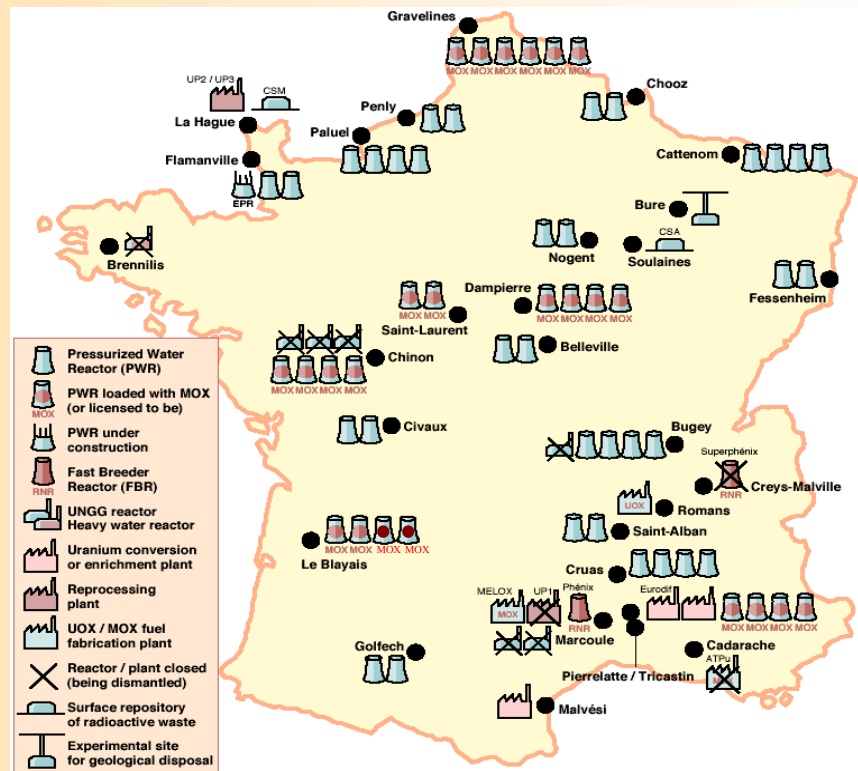
2000: Bernard Estève, Directeur du Service Combustible d'EDF, déclare qu'il n'y a pas de marché pour le plutonium et s'il y en avait un, la valeur du plutonium serait négative. En effet, les électriciens néerlandais (et les italiens? les allemands?) ont payé EDF pour garder du plutonium.

- Rapport Charpin-Dessus-Pellat confirme le surcoût de la filière retraitement

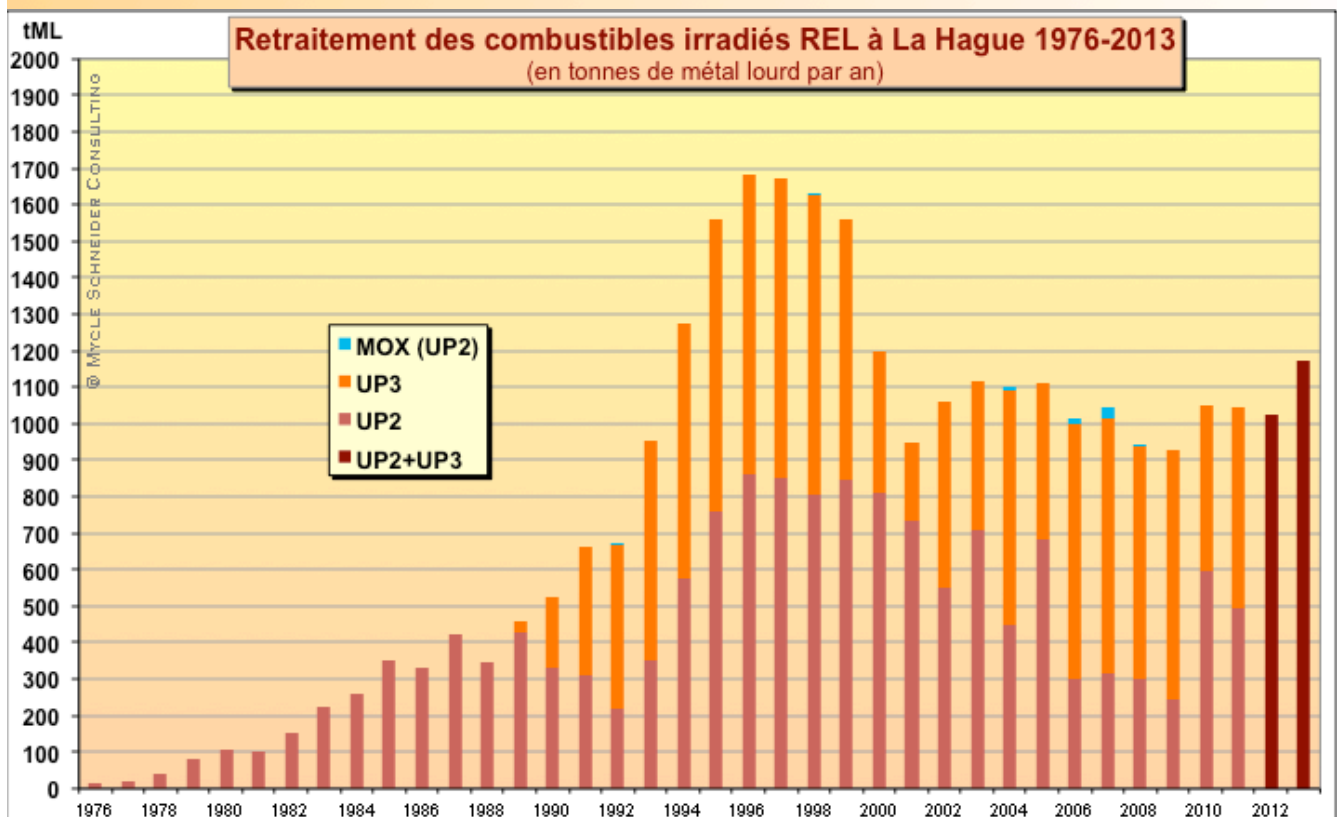
*voir Annexe 1 pour un schéma du système industriel mis en place

Transports annuels de l'industrie du plutonium en France

- 200 x Combustibles irradiés
- 60 x Dioxyde de Pu (poudre)
- 30 x MOX frais
- ? x rebuts de MOX









Source carte: WISE-Paris, MSC



Note: Les totaux incluent des quantités négligeables (<1t) de combustibles de réacteurs de recherche.

Sources: COGEMA/AREVA/ASN

Combustibles irradiés stockés à La Hague (31 Décembre 2012)

Combustibles usés présents sur le site AREVA NC LA HAGUE au 31 décembre 2012		
		Part par Pays en %
France		100
Australie		< 0,1
Belgique		< 0,1
Italie		< 0,1
Pays-Bas		< 0,1
Suisse		< 0,1
Total		100

Quantité totale de combustibles irradiés stockés à La Hague : 9.709 tonnes.

Source: AREVA NC, 2013

La dimension internationale

Retraitement commercial – La France isolée

- Royaume Uni: arrêt des usines de Sellafield après achèvement des contrats en cours (avant 2020?);
 - Russie: RT1 tourne à <25% capacité nominale
 - Japon: Rokkasho, usine AREVA, avenir très incertain mise en service 19 fois retardée...
- ~95% des combustibles déchargés dans le monde hors France pas retraités (~260.000 tonnes en stock)

Fabrication MOX – La France seule

- USA: DOE a coupé les fonds pour la construction de l'usine AREVA de fabrication de MOX à Savannah River après dérive d'estimation de coût (34 milliards \$ → 1 million/kg Pu = 20 x prix d'or)
- analyse des options d'immobilisation du Pu

Engagements internationaux de la France

Équilibre des flux

« La France adapte le flux des opérations de traitement/recyclage aux besoins de consommation dans le combustible MOX afin de minimiser l'inventaire du plutonium séparé. »*

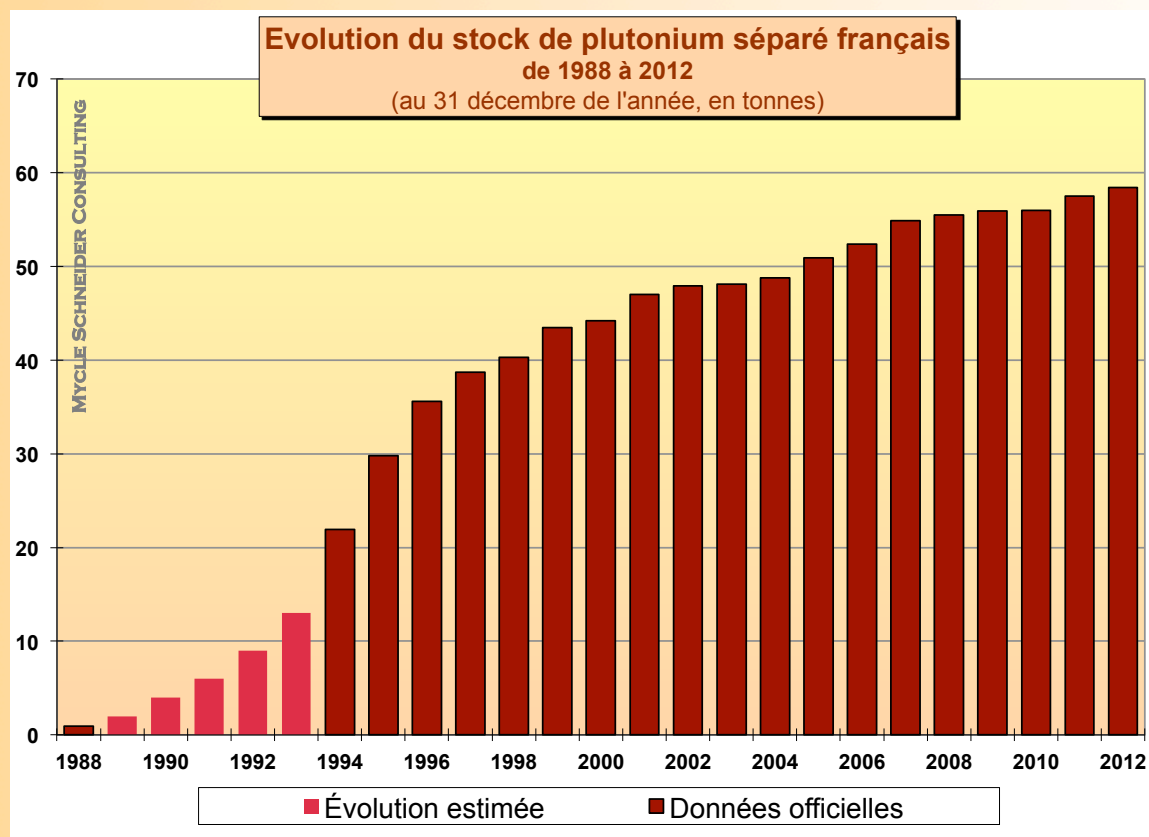
Rapport français sous la Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, 2011

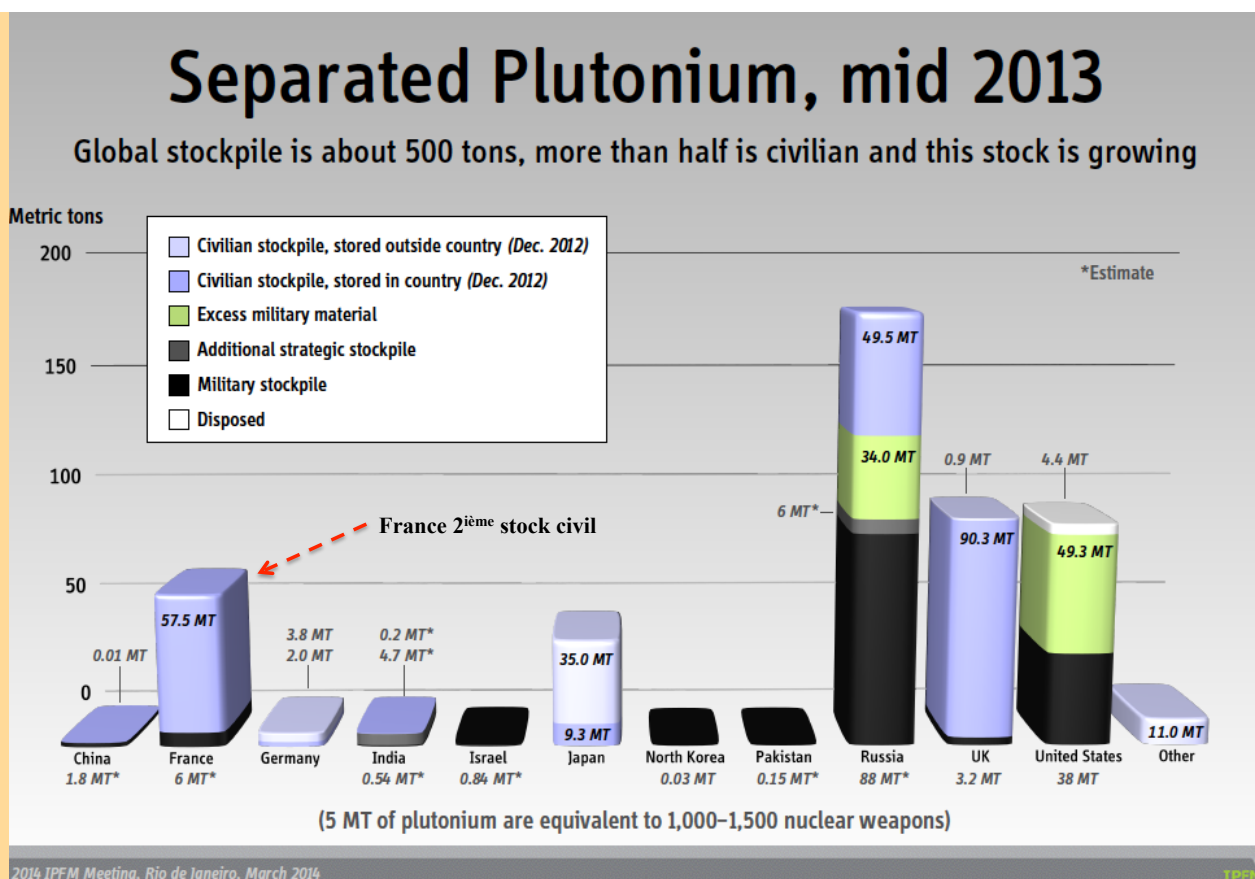
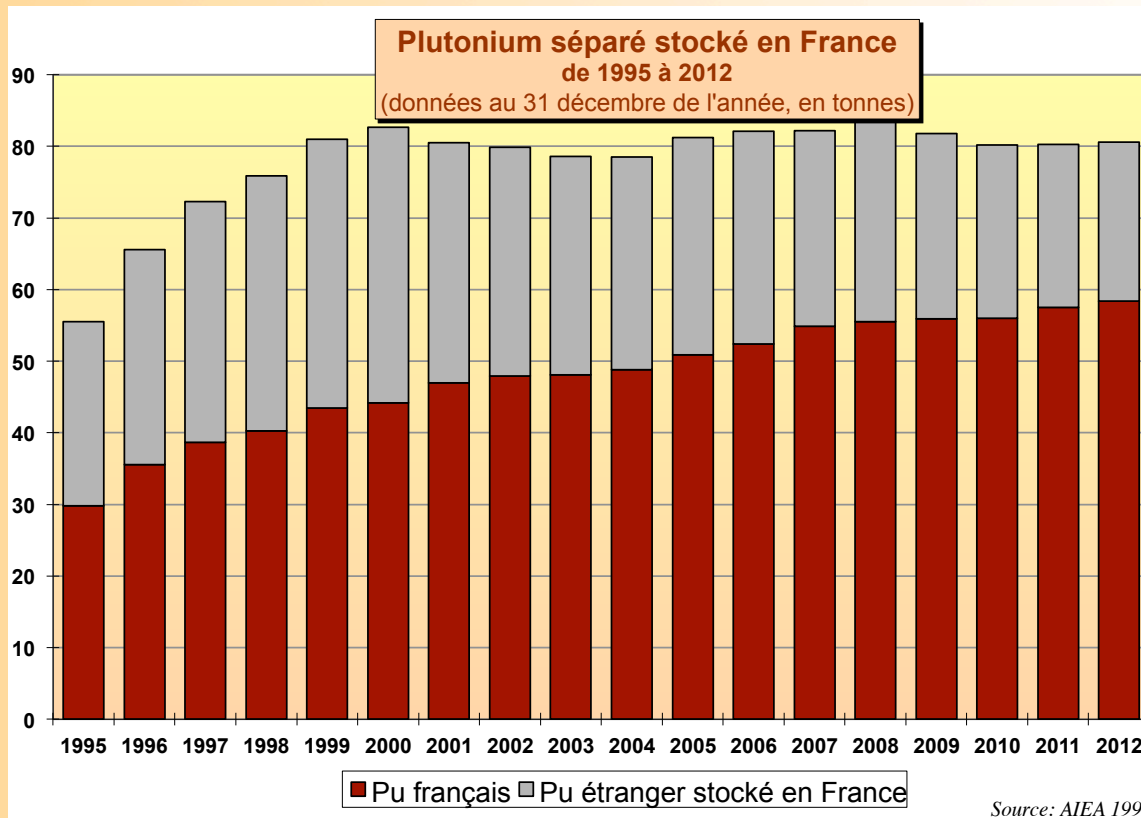
Minimiser les stocks

« Nous encourageons les Etats (...) à maintenir à un niveau minimum leurs réserves de plutonium séparé, ceci conformément aux besoins nationaux. »

Déclaration du Sommet de la sécurité nucléaire, 25 mars 2014, signée par la France

*traduction non-officielle de l'anglais





Situation au début 2014 en France (chiffres estimés arrondis)

~60 tonnes de plutonium non-irradié *français* sous formes diverses*
~20 tonnes de plutonium non-irradié *étranger* sous formes diverses**
~260 tonnes de plutonium dans des combustibles irradiés
~12.000 tonnes de combustibles UOX irradiés (plus derniers cœurs)
~2.000 tonnes de combustibles MOX irradiés***
~400 tonnes de combustibles URE irradiés
~25.000 tonnes d'uranium retraité
~280.000 tonnes d'uranium appauvri

- 24 réacteurs 900 MW moxables (moxés?)
- Aucun schéma opérationnel pour l'utilisation d'uranium retraité

Notes

* plutonium séparé, rebuts de la fabrication de MOX (poudres, pastilles, assemblages), cœurs neufs Superphénix, Kalkar

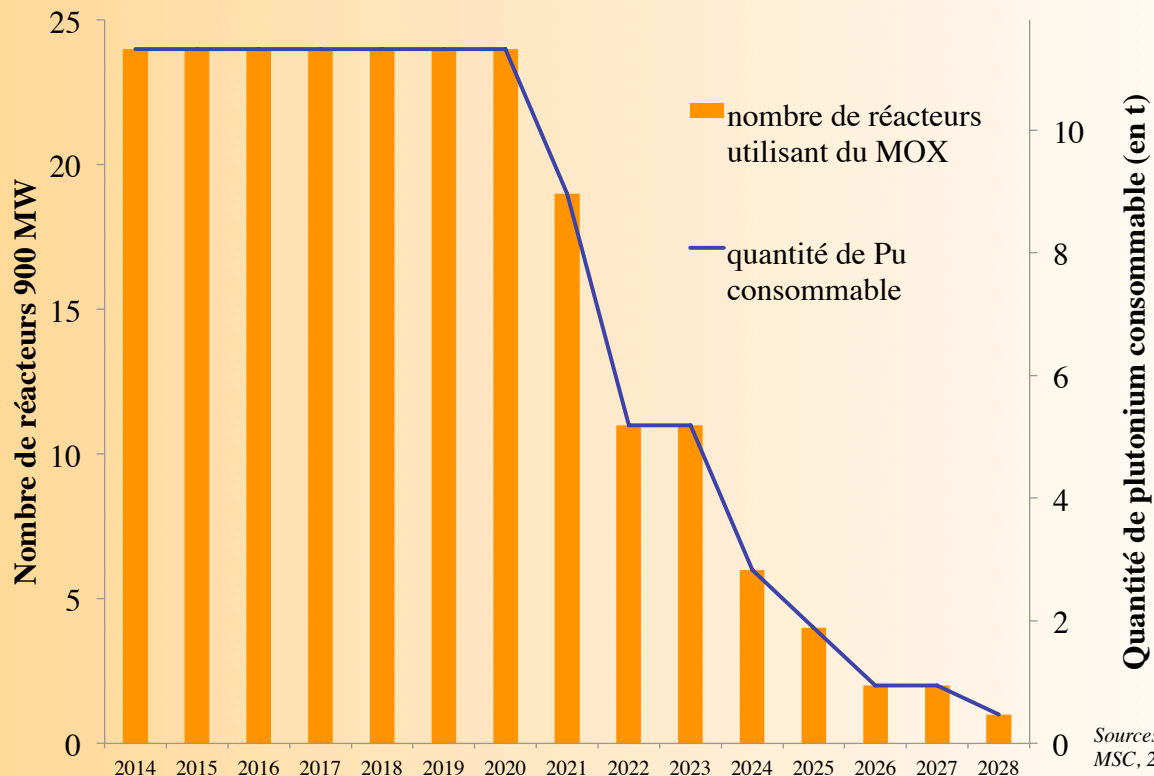
** dont 18 tonnes appartenant au Japon

*** nécessite >100 an entreposage supplémentaire ou 3 fois plus de volume de stockage

Le constat

- La stratégie passée/actuelle conduit à une impasse
 - Augmentation de *tous* les stocks (combustibles irradiés UOX, MOX et URE, rebuts de MOX, plutonium, uranium retraité, uranium appauvri).
 - Augmentation des risques (rejets radioactifs, risques d'accidents, d'actes terroristes, de prolifération).
 - Augmentation des coûts et complexification du système pour EDF
 - Implications géopolitiques importantes (contraires aux engagements internationaux, mauvais exemple sur les stocks de plutonium, problèmes du plutonium japonais, la Chine entre en scène)
- Urgence de bâtir une nouvelle stratégie cohérente
Trois facteurs créent une perspective non-anticipée qui vont dans le même sens:
 - La décision du Président Hollande de réduire la part du nucléaire à 50%
 - La perspective d'un « non-besoin » d'une vingtaine de réacteurs (DGEC)
 - L'échéance des 40 ans des réacteurs 900 MW, notamment ceux moxés.

Rythme d'arrêt des réacteurs 900 MW moxés à 40 ans



MYCLE SCHNEIDER CONSULTING

15

Assemblée Nationale, 10 Avril 2014

Réduction de la part du nucléaire

- Scénario EDF (2012)
 - Durée de vie de 40 ans des réacteurs
 - Arrêt du retraitement 2018-2019, si utilisation des stocks de plutonium dans seul schéma opérationnel (22 réacteurs 900 MW moxés)
- Scénario ADEME (2012)
 - « La puissance installée nucléaire de 32 GW en 2030, est compatible avec un point de passage à 50% de la production électrique en 2025 », l'objectif du Président Hollande.
 - Pour mémoire:
 - La capacité totale (58 réacteurs + 1 EPR) = 64 GW
 - La capacité des 34 tranches 900 MW = 29 GW

Sources: ANDRA, « Rapport de synthèse – Inventaire National des matières et déchets radioactifs », juin 2012
ADEME, « Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050 », 8 novembre 2012

MYCLE SCHNEIDER CONSULTING

16

Assemblée Nationale, 10 Avril 2014

Les options stratégiques

Scenario 1

Reconversion du retraitement vers l'entreposage prolongé des combustibles irradiés à sec, le démantèlement, le conditionnement des déchets et de l'immobilisation du plutonium.

Effets et défis

- *Sûreté accrue (fonctionnement, transports, stockage).*
- *Comportement non-prolifération irréprochable/exemplaire vis-à-vis de la communauté internationale.*
- *Aucun impact sur l'approvisionnement en électricité.*
- *Aucun impact sur la sécurité d'approvisionnement en uranium (origines multiples, aucun signe de contexte de tension des marchés, amples stocks d'uranium appauvri, etc.).*
- *Peu d'impact contractuel EDF-AREVA, car aucun contrat définitif signé.*
- *Economies substantielles, gestion du combustible grandement simplifiée pour EDF.*
- *Dégâts limités pour AREVA (19% du CA). Nouvelles opportunités très importantes.*
- *Besoin de modification de la législation quant à la définition de et au stockage de déchets étrangers.*
- *Besoins de R&D&D pour conditionnement de certains types de déchets, mais peu différents des besoins de conceptualisation du stockage définitif d'autres déchets.*
- *Défis importants sur la reconversion de l'emploi et de l'économie locale.*

Scenario 1a

- Arrêter le retraitement à la fin de 2014.
- Arrêter la fabrication de MOX et de son utilisation à la fin 2014.
- Diriger tout le plutonium séparé et les rebuts de MOX (poudres, pastilles) vers le conditionnement et le stockage définitif.
- Diriger les rebuts de MOX assemblés (+ Superphénix, Kalkar) vers le stockage définitif.

Scenario 1b

- Traiter tous les rebuts de MOX (poudres, pastilles).
- Arrêter le retraitement à la fin de 2014 (ou dès que possible).
- Transformer tout le plutonium français en MOX, puis arrêter la fabrication de MOX et de son utilisation.
- Diriger les rebuts de MOX assemblés (+ Superphénix, Kalkar) vers le stockage définitif.

Scenario 2

Sortie du retraitement au rythme de la fermeture progressive des réacteurs 900 MW moxés (tel qu'envisagée dans l'accord préélectoral PS-Vert).

Effets et défis

- *Transition plus douce que dans le cas du scénario 1.*
- *Incertitude sur le rythme de fermeture des 900 MW moxés; seulement 10 sur 24 des 3^{èmes} Visites Décennales faites, seulement une décision « avis positif » pour l'instant (Tricastin-1).*
- *Incertitude sur la performance économique des 900 MW (voir augmentation des coûts de maintenance, cas étrangers tels que l'Allemagne, les USA...).*
- *Réduction prolongée de la marge de sûreté d'exploitation, augmentation prolongée des émissions de radioactivité accrues, des risques d'accident, d'actes terroristes, de contre-performance de non-prolifération, etc.*
- *Le retraitement d'assemblages au plutonium non-irradiés (MOX, Superphénix, Kalkar, autres?) nécessite de nouvelles autorisations.*
- *Défis importants sur la reconversion de l'emploi et de l'économie locale seulement décalés dans le temps (par rapport au Scénario 1).*

Scenario 2a

Consommation de tout le stock de plutonium non-irradié *français* quelle que soit sa forme (oxyde, rebuts de MOX en poudre, en pastilles, en assemblages).

Scenario 2b

Consommation de tout le stock de plutonium non-irradié français *et étranger* quelle que soit sa forme (oxyde, rebuts de MOX en poudre, en pastilles, en assemblages).

Scénario 3

Remplacement des réacteurs 900 MW par d'autres réacteurs moxés.

Effets et défis

- *Aucune option alternative aux 900 MW n'est actuellement disponible ou autorisée. Aucune option n'est même en cours d'instruction.*
- *L'EPR n'est pas opérationnel.*
- *Chaque option demanderait des années d'instruction. Aucune n'est en cours.*
- *Certaines options demanderaient sans doute des travaux importants (modification des couvercles de cuves, rajouts de barres de contrôle, de réservoirs de bore...).*
- *Ces modifications notables seraient susceptibles de nécessiter une nouvelle autorisation des réacteurs concernés (avec procédure d'enquête publique, etc.).*

Scénario 3a

Moxer des réacteurs 1300 MW

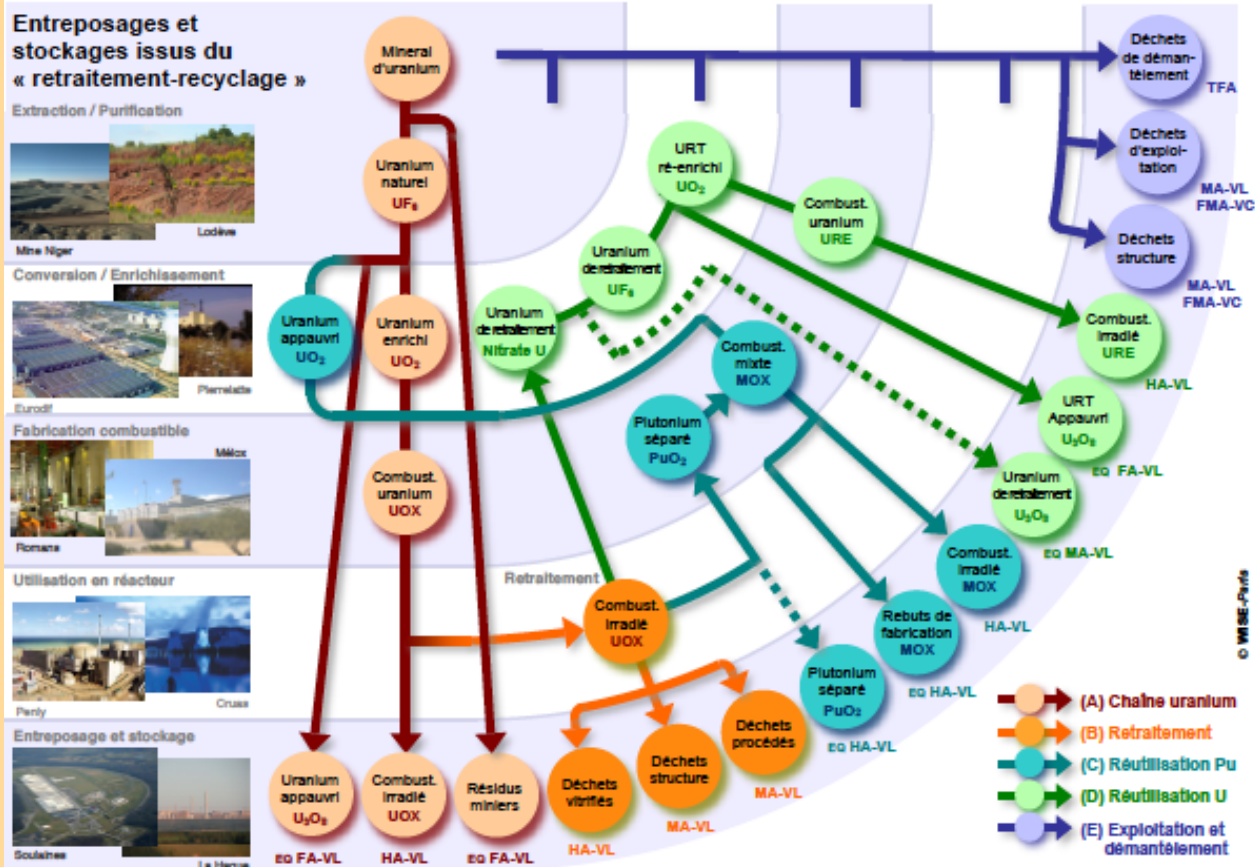
Scénario 3b

Moxer l'EPR Flamanville 3

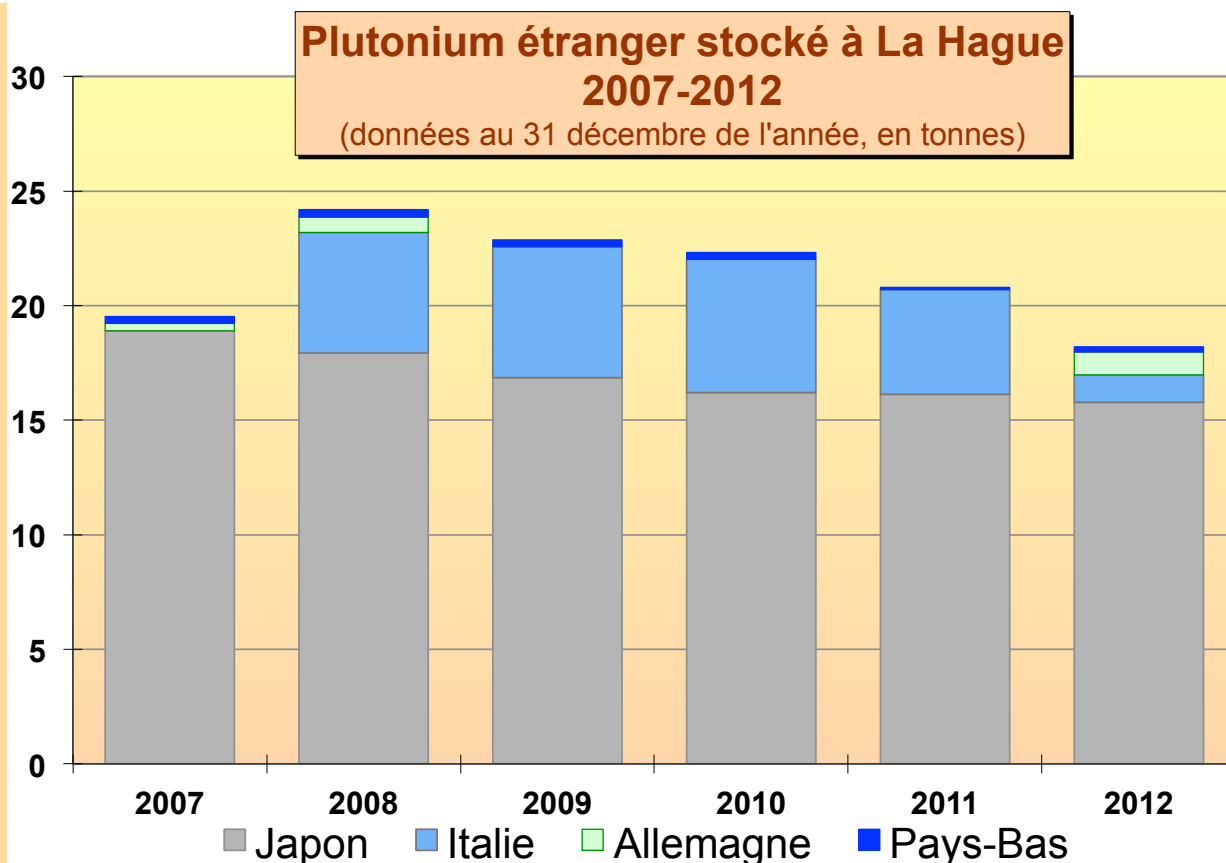
Conclusions

A l'origine, la stratégie de la séparation du plutonium visait l'alimentation de parcs de surgénérateurs. Depuis 30 ans, on sait qu'ils ne seront pas au rendez-vous. La séparation du plutonium, surtout pour son utilisation dans le MOX pour réacteurs à eau légère, est inefficace, coûteuse, dangereuse et polluante. La conjonction de trois développements en France — âge des réacteurs moxés, objectif politique de réduction de la part nucléaire et possible « non-besoin » d'une vingtaine de réacteurs — conduit à la nécessité urgente de réinventer une stratégie nucléaire. Cette situation est aussi une occasion unique d'abandonner le schéma de l'action en fonction « des engagements déjà pris » et de rouvrir de véritables choix politiques. L'environnement politique international et les enjeux géopolitiques incitent à considérer une stratégie basée sur le stockage direct des combustibles irradiés et l'immobilisation du plutonium comme déchets comme élément fondamental de la lutte contre le terrorisme et la prolifération des armes et des matières nucléaires. Finalement, c'est aussi une occasion pour l'Assemblée Nationale de statuer enfin sur un sujet sur lequel elle ne s'est jamais explicitement exprimée.

Annexe 1



Annexe 2



Note biographique

Mycle Schneider est consultant indépendant international dans les domaines de l'énergie et de la politique nucléaire, basé à Paris. Il est directeur de projet et auteur principal du [World Nuclear Industry Status Report](#).

Il est membre du *International Panel on Fissile Materials (IPFM)**, basé à l'Université de Princeton aux Etats-Unis. Entre 2000 et 2010, il a été conseiller occasionnel du ministère de l'Environnement allemand. De 2004 à 2009, il a enseigné les stratégies énergies et environnement dans le cadre d'un Master International à l'Ecole des Mines de Nantes. De 1998 à 2003, il a été conseiller des cabinets du ministre français de l'Environnement et du ministre belge de l'Energie et du Développement Durable. Entre 1983 et 2003, il a dirigé le service d'information et de conseil WISE-Paris.

Mycle Schneider a conseillé des organismes aussi divers que la Commission Européenne, le CNRS, l'IRSN, l'UNESCO, l'AIEA, le WWF et l'INPPW. Il a enseigné et/ou fait des présentations, conférences ou séminaires dans une vingtaine d'universités ou écoles d'ingénieur en Allemagne, Autriche, Brésil, Canada, Chine, Corée du Sud, Etats-Unis, France, Japon et Suisse. Il a présenté des briefings ou a été auditionné dans les parlements de 14 pays et au Parlement Européen.

Mycle Schneider est lauréat du [Right Livelihood Award](#) ("Prix Nobel Alternatif").

**L'IPFM, créé en 2006, est présidé par les Professeurs Frank von Hippel de l'Université de Princeton et R. Rajaraman de la Nehru University, Delhi, et comportent 29 membres—des physiciens, anciens diplomates et ambassadeurs et experts nucléaires—provenant de 18 pays,*

Contact: Phone: +33-1-69 83 23 79;

Mobile: +33-6-20 63 47 37; E-mail: mycle@orange.fr;

Skype : mycleschneider