

# Le retraitement et la filière MOX

Le combustible nucléaire irradié dans les réacteurs contient, dans des proportions variables, différentes matières nucléaires : de l'uranium, du plutonium, et différents produits dits d'activation et de fission résultant des réactions nucléaires en chaîne. Il comporte à la fois des éléments fortement radioactifs et des éléments radioactifs à très longue durée de vie, qui rendent sa gestion, dite « aval du cycle », extrêmement difficile.

Il existe aujourd'hui parmi les exploitants du nucléaire deux stratégies pour gérer le combustible usé : son maintien « en l'état », dit stockage direct, ou son retraitement. La France poursuit cette seconde voie, qui consiste à séparer via un procédé physico-chimique complexe les composants du combustible nucléaire irradié (uranium, produits de fission, plutonium et autres transuraniens).

Une fois séparés, les différents éléments sont gérés de façon dissociée en vue soit de leur réutilisation, soit de leur stockage comme déchets. Dans l'état actuel des techniques industrielles, seules les matières énergétiques – uranium et plutonium, respectivement 95 % et 1 % environ du contenu d'un combustible irradié standard – sont réutilisables.

## Les objectifs du retraitement

Le retraitement a été développé par les premiers pays nucléarisés pour extraire le plutonium des combustibles irradiés, composant indispensable des armes atomiques qui n'existe pas à l'état naturel. Puis au cours des années soixante-dix, la séparation de plutonium est devenue la finalité du retraitement « civil », qui s'inscrivait dans le développement d'une filière « plutonium », utilisant les surgénérateurs (réacteurs à neutrons rapides type Superphénix) pour économiser les ressources naturelles en uranium et éviter la présence de plutonium dans les déchets finals (celui-ci pouvant en théorie être indéfiniment réutilisé). La justification du retraitement comme stratégie de gestion raisonnée des déchets est passée au premier plan depuis les années 80. Parallèlement, l'absence de tensions sur l'uranium et l'abandon des surgénérateurs ont réduit l'intérêt de la réutilisation des matières nucléaires. Pour utiliser le plutonium, l'industrie a développé un combustible mélange d'environ 95 % d'uranium et 5 % de plutonium appelé MOX (mixed oxides) pour les réacteurs classiques (réacteurs à eau sous pression d'EDF).

## Le bilan du retraitement

EDF décharge chaque année de son parc nucléaire environ 1 150 tonnes de combustible irradié, dont 1 050 tonnes d'oxyde d'uranium (UOX) et 100 tonnes de MOX. EDF fait retraiter chaque année à La Hague, l'usine de retraitement française, 850 tonnes d'UOX et fabriquer à Marcoule, l'usine de production de combustible MOX, 100 tonnes de ce combustible. Entre 16 et 18 réacteurs (sur 20 autorisés), tous de puissance 900 MWe, sont en moyenne chargés en combustible MOX dans une proportion maximale de 30 %.

### **Réutilisation de l'uranium et du plutonium**

Loin de se résorber, le stock de plutonium séparé a commencé à croître avec l'introduction de MOX dans le parc, et progresse parallèlement depuis (voir graphe). Le stock français de plutonium séparé et non réutilisé en réacteur atteignait 47 tonnes fin 2001 (auxquelles s'ajoutent 33,5 tonnes de plutonium étranger). Le stock d'uranium issu du retraitement, dont l'inventaire n'est pas connu, augmente régulièrement lui aussi.

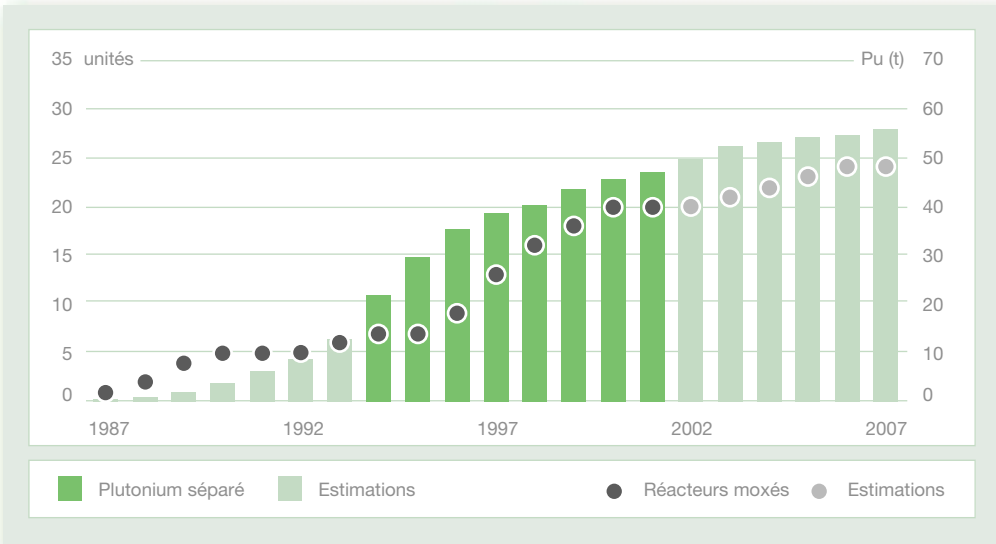
L'évaluation du bilan matières du parc nucléaire actuel sur l'ensemble de sa durée de vie montre que la stratégie retraitement et MOX ne réduit que de 20 % la quantité de plutonium finalement accumulée<sup>1</sup>.

### **Gestion des déchets**

Le retraitement concentre au sein des déchets vitrifiés les actinides mineurs et les produits de fission. Mais le bilan pour la gestion des déchets doit prendre en compte d'autres catégories de déchets créées par cette stratégie :

- les combustibles usés non retraités, officiellement en attente d'un retraitement « différé »<sup>2</sup>.
- les MOX irradiés, beaucoup plus chauds que les combustibles classiques, qui pourraient nécessiter 150 ans de refroidissement (contre 50 ans) avant un éventuel stockage géologique ;
- les matières nucléaires non réutilisées, officiellement en attente d'un recyclage, dont les stocks ne cessent d'augmenter ;

## Evolution du stock de plutonium séparé après retraitement



Sources : EDF, Ministère de l'Industrie, Cogema

- les déchets secondaires (éléments métalliques des assemblages combustibles, résidus de traitement, etc.), pour la plupart de moyenne activité à vie longue ;
- les déchets issus du démantèlement des installations de retraitement.

Pour concentrer le volume des déchets les plus actifs, le retraitement multiplie les catégories de déchets avérés ou potentiels : le volume global des déchets à vie longue et des ouvrages de stockage associés peut être supérieur au volume nécessaire pour le stockage direct des combustibles usés.

### Bilan économique

La doctrine du retraitement, établie dans les années soixante-dix, reposait sur une prévision de tension sur les prix de l'uranium qui ne s'est pas confirmée. Malgré son contenu énergétique, le plutonium a aujourd'hui une valeur économique négative : EDF paie le service de retraitement mais accorde dans ses comptes une valeur nulle à son stock de plutonium.

La stratégie de retraitement + MOX représente un surcoût de 145 millions d'euros environ par tonne de plutonium « évitée » dans l'inventaire final des déchets ; pour le parc nucléaire actuel, un arrêt du retraitement en 2010 économiserait 12 % des dépenses qui restent à engager jusqu'à sa fin de vie.

### Risques et problèmes spécifiques

L'industrie du retraitement et du MOX, en multipliant les manipulations des matières issues des réacteurs, peut augmenter les risques associés. Elle est notamment mise en cause pour :

- l'augmentation des risques de prolifération ;
- les rejets radioactifs des installations de retraitement, plusieurs milliers de fois supérieurs à ceux d'une centrale nucléaire ;
- les problèmes de sécurité, liés à la concentration de matières nucléaires sur les sites du retraitement ou à la répétition des transports, notamment de plutonium.

1 Etude économique prospective de la filière électrique nucléaire, Rapport au Premier Ministre, 2000.

2 EDF et Areva ont conclu en septembre 2001 un protocole d'accord portant sur 5 250 tonnes pour 2001-2007, alors que 6 900 tonnes de combustibles EDF étaient déjà entreposées dans les piscines de La Hague.