

## LE TRAITEMENT POUR RECYCLAGE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE USÉ

NB : Le terme « traitement pour recyclage » est désormais préféré à celui de « retraitement ».

Cette phase du cycle du combustible, qui permet le recyclage du combustible usé conformément aux principes du développement durable, de la maîtrise des déchets et de la sûreté de leur gestion, et de l'économie du combustible, a résulté d'un choix politique national grâce à la maîtrise d'un procédé dont les moyens techniques étaient qualifiés et disponibles.

### 1. OBJECTIFS

La Loi de juillet 1975, modifiée en 1992, définit le déchet ultime comme un déchet qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques ou économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable et/ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

Cette même loi précise deux principes clés :

- responsabilité du producteur ou du détenteur pour l'élimination des déchets
- contrôle par l'Administration

et fixe deux objectifs principaux :

- prévenir ou réduire la production et la nocivité des déchets
- valoriser les déchets par réemploi, et recyclage, pour obtenir des matériaux réutilisables ou de l'énergie

Pour répondre à ces objectifs, un procédé industriel de génération d'énergie en grande quantité exige donc, outre la disponibilité d'un élément énergétique et d'une machine de génération d'énergie, des procédés de diminution de la production de déchets, de leur valorisation et de réduction de leur caractère polluant ou dangereux.

Le retraitement des combustibles nucléaires usés est une technologie industrielle qui répond à cette dernière exigence par récupération des matières énergétiques, uranium et **plutonium** ([voir fiche GASN N° 21](#)) et, par transformation des produits de fission et d'activation formés lors de la libération d'énergie dans les réacteurs, en déchets ultimes compatibles avec un mode de stockage agréé.

Pour donner une image, si un élément combustible neuf de réacteur à eau ordinaire équivaut en énergie à 50.000 tonnes de charbon, ce même élément dit "usé" présente encore à sa sortie du réacteur l'équivalent énergétique de 15.000 tonnes de charbon.

**En extrayant la quasi totalité du plutonium des résidus, on réduit d'une manière significative (facteur 10), la radiotoxicité à moyen et long terme des déchets nucléaires** ([voir fiche GASN N°3](#)).

Le retraitement permet également de séparer les matières non réutilisables de caractéristiques radiotoxiques différentes (produits de fission et éléments de structures mécaniques activées de l'élément combustible).

**Ce tri des déchets permet d'en réduire le volume final d'un facteur 5.**

Le retraitement correspond à l'article 1 de la Loi de Décembre 1991 (dite Loi BATAILLE) concernant les déchets radioactifs : assurer la gestion des déchets radioactifs de haute activité et à vie longue dans le respect de la protection de la nature, de l'environnement et de la santé, en prenant en considération les générations futures, qui sont les principes du développement durable.

## 2. PROCÉDÉ DE RETRAITEMENT

Après un demi-siècle d'expérience industrielle continue, la France a fait la preuve qu'elle maîtrise la technologie du retraitement des combustibles usés.

Cette maîtrise a été obtenue par une montée en puissance de cette partie du cycle qui a su s'adapter à l'évolution des éléments combustibles et surtout à l'augmentation du taux d'énergie dégagée dans le réacteur, conduisant à un accroissement des contraintes industrielles.

Le Commissariat à l'Énergie Atomique & aux Énergies Alternatives (CEA) et AREVA-NC (anciennement COGEMA) ont su, dès le début du développement industriel nucléaire français, assurer un retour d'expérience qui a garanti le bon fonctionnement des usines de retraitement de MARCOULE (UP1) puis de la HAGUE (UP2, UP3 et UP2-800).

Sur ces deux sites se sont développées, parallèlement, une recherche et une technologie de maîtrise des déchets qui ont débouché sur la mise au point et l'industrialisation de procédés de réduction de volume, de vitrification et de confinement.

Schématiquement, le procédé de retraitement est constitué de diverses phases :

- transport, réception et entreposage des combustibles usés
- traitements mécanique et chimique des combustibles usés pour séparer déchets et matières énergétiques
- conditionnement des matières énergétiques
- conditionnement et entreposage des déchets

Tous les douze à dix-huit mois environ, chaque réacteur nucléaire du parc REP d'EDF procède au remplacement des éléments combustibles usés, soit environ 40 à 60 assemblages.

Cette opération conduit à transférer des assemblages (au nombre de 12) dans un conteneur de transport (100 tonnes). Cet « emballage » est préparé pour l'expédition (fermeture - vidange - séchage - mise sous vide - contrôle d'étanchéité - contrôle de non contamination).

A l'arrivée à l'usine, le conteneur est déchargé et les assemblages combustibles sont entreposés dans des piscines sous eau refroidie et contrôlée en permanence. Les usines UP2-800 et UP3 disposent de quatre grandes piscines d'une capacité totale de 14 000 tonnes de combustible.

Après décroissance de la radioactivité (~ 5 ans), l'assemblage combustible est introduit dans une cellule de démantèlement et de cisailage mécanique. La matière nucléaire (pour 95%, de l'oxyde d'uranium irradié) contenue dans les morceaux de gaines cisailées est dissoute dans de l'acide nitrique. Les éléments de structure de l'assemblage (pieds et têtes) et de gainage de la matière fissile (coques), débarrassés des traces de matières nucléaires, constituent des déchets radioactifs.

Lors de ces opérations, les éléments volatils présents en faible quantité sont rejetés soit sous forme gazeuse soit sous forme liquide. Ces rejets sont pris en compte dans l'impact du retraitement (voir § 3).

La solution nitrique contenant la matière nucléaire est traitée suivant un procédé chimique. Ces opérations relativement complexes conduisent à la séparation des matières valorisables au plan énergétique (uranium et plutonium) des déchets (produits de fission et actinides mineurs).

En fin d'opération, l'uranium recyclable est disponible en solution de nitrate d'uranyle et le plutonium est conditionné sous forme d'oxyde en poudre dans des conteneurs. Les produits de fission sont entreposés en solution nitrique dans des cuves avant leur vitrification.

La vitrification met en œuvre un procédé continu, développé et exploité depuis 1976 au Centre de Marcoule et sans cesse amélioré. Actuellement, la vitrification des produits de fission contenus dans une tonne de combustible usé génère 130 litres de déchets sous forme de verre radioactif coulé dans un conteneur répondant aux prescriptions des organismes de contrôle.

Les autres déchets de procédé (pieds, têtes et coques) sont compactés sous forme de galettes et conditionnés dans un conteneur identique au précédent qui peut recevoir les rebuts métalliques correspondants, dans le rapport de 180 litres par tonne de combustible retraité.

Annuellement 1050 tonnes de combustible uranium (UOX) sont déchargées des réacteurs EDF et sont mis en décroissance en piscine. Chaque année, également, 850 tonnes de combustibles usés issus de cet entreposage sont retraitées.

Mais la quantité de combustible utilisée par les réacteurs diminue au fur et à mesure de l'augmentation de leurs performances. A partir de 2015, l'équilibre entre déchargement et retraitement sera atteint avec une réduction progressive de l'entreposage différentiel.

A noter que le traitement du combustible usé pratiqué dès le début du développement industriel nucléaire français a permis d'éviter l'entreposage d'attente sur les divers sites des réacteurs nucléaires de plus de 35 000 tonnes de combustible usé.

La situation de l'entreposage des combustibles usés dans les piscines de la Hague était en 2009 la suivante : sur les 7500 tonnes présentes, en cours de décroissance, 500 tonnes proviennent de pays étrangers. Leur traitement et le retour des déchets et des matières nucléaires à leurs propriétaires font l'objet d'un calendrier contractuel. (NB : la capacité technique de retraitement des usines de la Hague est de 1600 tonnes par an).

Les combustibles mixtes uranium/plutonium (MOX), actuellement utilisés dans les réacteurs EDF (100 tonnes déchargées par an), font partie des programmes contractuels établis par EDF et AREVA, sous l'égide de l'autorité gouvernementale. 100 tonnes de combustible MOX usé ont déjà été retraitées à la Hague à titre expérimental.

### 3. IMPACT DU RETRAITEMENT SUR L'ENVIRONNEMENT

Toute installation industrielle a un impact sur l'environnement.

Rappelons que le premier impact du traitement du combustible usé sur l'environnement est doublement favorable: diminution du volume des déchets (moins d'entreposage), diminution de la radio toxicité des déchets à long terme (au delà de 1000 ans).

Une politique rigoureuse de réduction des rejets radioactifs lors du retraitement s'est développée dès les années soixante.

Le principe d'un rejet demeurant dans des limites réglementaires, garantissant l'absence de tout effet décelable sur la santé des populations, a, peu à peu, cédé la place au principe d'ALARA (« as low as reasonably achievable »).

Un strict recyclage des produits utilisés ou générés dans les opérations de traitement et une évaluation réaliste et prudente de l'impact par les Organismes de Contrôle (relevant du Ministère de la Santé, du Ministère de l'Environnement et du Ministère de l'Industrie) a eu pour résultat une réduction régulière des rejets dans l'environnement.

Dans ce but, après de nombreuses évaluations antérieures, deux enquêtes récentes sur les modes de vie et de consommation ont été menées par le CREDOC (Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie), organisme compétent dans ce domaine.

De plus, les Ministères chargés de la Santé et de l'Environnement ont mis en place une commission pour réexaminer les modalités des calculs d'impact à l'exposition à la radioactivité et choisir les méthodes les plus appropriées.

En particulier, deux groupes de population les plus exposés aux rejets atmosphériques et aux rejets liquides en mer, ont été identifiés. Pour cela, des hypothèses maximales d'habitudes alimentaires et de séjour ont été retenues (consommation exclusive de produits locaux, activité professionnelle de pêche locale, séjour permanent sous les vents dominants).

***La conclusion de ces actions a mis en évidence que l'impact des rejets des usines de la Hague sur ces groupes de référence les plus exposés représente, pour une année, au maximum 4 millièmes de l'exposition naturelle.***

Or celle-ci concerne aussi bien toute la population française que ces groupes de personnes.

Enfin, en juillet 1999, le groupe de Radio-Ecologie Nord Cotentin a publié le résultat de ses travaux. Il travaillait dans le cadre du Comité Scientifique pour une Nouvelle Etude de **Radio-épidémiologie** ([voir fiche GASN N°42](#)), créé en 1997, par les ministères de la Santé et de l'Environnement.

Dans ses conclusions, il mentionne : "Il est donc peu probable que l'exposition due aux installations nucléaires locales puisse entraîner une augmentation observable en terme d'incidence de leucémie".

***Ce résultat permet d'écarter une relation causale de cas de leucémie avec les rejets des usines de retraitement pour des jeunes de 0 à 24 ans du canton de Beaumont-Hague*** comme avait pu le faire craindre une étude, très controversée, publiée par un médecin normand dans un journal spécialisé de Grande-Bretagne.

Les modèles d'exposition des populations utilisées ont pu être validés grâce à plusieurs millions de mesures effectuées régulièrement depuis le tout début des années 60 sur les sites terrestres et marins du Nord Cotentin, par de nombreux laboratoires indépendants les uns des autres.

#### 4. CONCLUSION

Le retraitement des combustibles nucléaires usés, qui relève du développement durable par le tri et le recyclage des déchets, est un élément important de la politique énergétique française.

Il répond à la fois aux exigences des textes réglementaires sur la protection de l'environnement et la gestion des déchets et au principe de précaution, par une totale et réelle maîtrise du cycle du combustible.

Il faut rappeler que les opérations de retraitement sont sous surveillance permanente, administrative et technique, des organismes nationaux, européens et internationaux. *Le retraitement assure industriellement un inventaire réel de toutes les matières nucléaires, en particulier du plutonium et des déchets, ce qui ne peut être actuellement le cas du stockage en l'état des combustibles usés.*

**Il faut noter que pour un coût d'opération voisin de celui du retraitement, le stockage direct en formation géologique profonde des combustibles usés considérés comme des déchets ultimes sans récupération des matières énergétiques valorisables conduit en fait à un non respect du principe de développement durable.**

Après un entreposage d'attente d'une durée minimale de 50 ans, le combustible usé, présentant une radiotoxicité 10 fois supérieure à moyen et long terme et un volume 5 fois plus grand que les déchets issus du retraitement et conditionnés, sera mis dans un stockage géologique de plus grande emprise, et qu'il faudra adapter aux caractéristiques du combustible usé.

La Commission Nationale d'Evaluation des travaux des acteurs du nucléaire remarque que la bonne gestion des déchets implique le retraitement. Cette position est justifiée par les résultats déjà obtenus par le CEA :

- accroissement de la consommation de plutonium par les réacteurs actuels par développement du nouveau combustible nucléaire MOX
- confirmation de la faisabilité scientifique de la transmutation en produits à vie courte des actinides mineurs à vie longue
- consensus scientifique international sur la durabilité (> 10 000 ans) en stockage profond des déchets vitrifiés actuellement produits

En ce qui concerne l'avenir, AREVA prévoit d'utiliser industriellement et de vendre à l'exportation le procédé COEX<sup>TM</sup> qui contribuera à la lutte contre la prolifération, en faisant en sorte que le plutonium puisse être recyclé sans avoir été isolé pendant les opérations de retraitement et de conversion en nouveau combustible.

La recherche et développement sur l'évolution du procédé actuel ou sur de nouveaux procédés de retraitement se poursuit pour le démarrage des réacteurs de **quatrième génération** ([voir fiche GASN N°22](#)) et pour le traitement des combustibles usés qui sortiront de ces réacteurs.