

# DÉBAT PUBLIC SUR LE PLAN NATIONAL DE GESTION DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

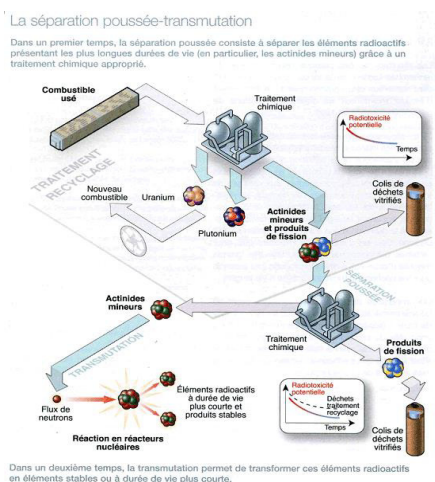
## Thème 7 : Entreposage de longue durée en subsurface des déchets MA & HA VL

Fiche 7b : éléments nouveaux relatifs aux recherches sur la séparation et la transmutation, de nature à influencer sur les options de gestion des déchets à haute ou moyenne activité et vie longue

*Il fut un temps où les hommes rêvaient de transformer le plomb en or. Depuis l'avènement de la technologie nucléaire, l'humanité cherche désormais à transformer des déchets dont la gestion est pour le moins complexe en plomb. Jusqu'à les tentatives réalisées n'ont pas été très concluantes au point le 3<sup>e</sup> pilier de la Loi Bataille a disparu, remplacé par le multirecyclage et le développement d'une filière de réacteurs RNR. Pour autant, il ne peut être question d'abandonner totalement les recherches sur ce sujet car, à la fin, c'est la seule voie capable de diminuer la radioactivité résiduelle.*

### DES DIFFICULTÉS TECHNIQUES TOUJOURS PAS SURMONTÉES

La loi du 30 décembre 1991 sur la gestion des déchets radioactifs de haute activité et à vie longue recommandait la recherche de solutions permettant la **séparation** et la **transmutation** des éléments radioactifs à vie longue présents dans ces déchets. L'objectif était d'examiner des solutions industrialisables permettant de réduire encore les quantités de déchets de haute activité contenus dans les verres et d'aller plus loin dans le recyclage des matières contenues dans le combustible usé.



Pour ce faire le CEA et AREVA ont imaginé compléter le procédé industriel PUREX en extrayant du combustible usé, par étapes successives, les actinides mineurs, neptunium, américium et curium. La séparation poussée a aussi été étudiée pour extraire les produits de fission à vie longue suivants : iode 129, technétium 99 et césium 135.

Les déchets ultimes ainsi obtenus après séparation poussée, conditionnés sous forme de verres, seraient moins radiotoxiques à long terme et moins chauds, car contenant moins d'éléments radioactifs générateurs de chaleur, que les verres actuels. La radiotoxicité après 500 ans du verre allégé de l'uranium, du plutonium et des actinides mineurs, pourrait alors être diminuée au maximum de 100 par rapport à la radiotoxicité après 500 ans du verre produit aujourd'hui. En outre, la diminution de la puissance thermique des déchets pourrait permettre de réduire le volume du stockage de façon plus ou moins importante selon le concept de stockage retenu.

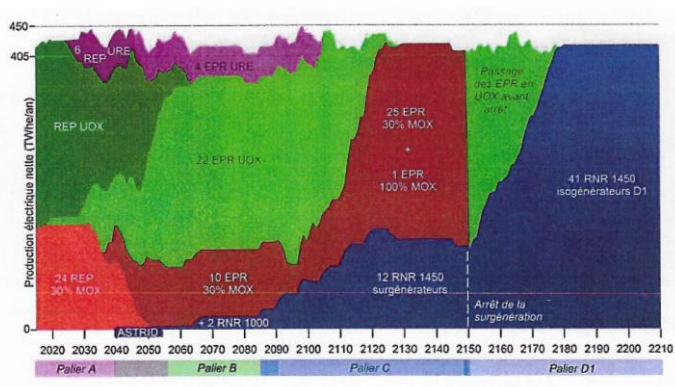
En 2005 lors du Débat public sur les déchets radioactifs, le CEA a dû reconnaître l'échec de la démarche. Si 99 % du neptunium et de l'iode et plus de 95 % du technétium ont été récupérés, l'extraction de l'américium et du curium s'est révélée plus complexe<sup>i</sup>. Huit ans plus tard, à l'occasion du Débat public sur le projet Cigéo, les choses n'avaient guère avancées, l'IRSN concluant « que la séparation/transmutation ne constitue pas une alternative au stockage géologique<sup>ii</sup> ». En 2015, le CEA, dans un rapport remis dans le cadre du PNGMDR, confirmait cet échec remplaçant la transmutation par le seul développement de la filière RNR<sup>iii</sup>.

## UNE REQUALIFICATION DU PROGRAMME RNR ET PÉRENNISATION DU RETRAITEMENT

La filière nucléaire, confrontée aux difficultés de réaliser la transmutation des actinides mineurs, a détourné de son sens initial cet objectif pour justifier la poursuite des recherches sur la fameuse IV<sup>e</sup> Génération de réacteurs. Philippe Pradel ne dit pas autre chose en 2005 devant l'OPESET :

« La séparation sert à la transmutation. Schématiquement, la transmutation pourrait se résumer par : faire des déchets d'hier les combustibles de demain. Ces étapes ont commencé à être franchies à travers le recyclage des premières matières uranium et plutonium. Elles doivent être poursuivies pour réduire encore la toxicité des déchets ultimes<sup>iv</sup>. »

La même année, un groupe d'experts internationaux estimait, en réponse à une saisine du Ministère de l'industrie, que « le succès d'un programme de transmutation passe par l'utilisation de spectres de neutrons rapides<sup>v</sup>. » Le CEA pouvait s'estimer satisfait et disposer d'une double légitimité pour travailler sur le projet de réacteur ASTRID<sup>vi</sup> désormais caractérisé comme un outil nécessaire à la transmutation des actinides mineurs<sup>vii</sup>. Si ce n'est que depuis rien n'a réellement évolué. Le multirecyclage est un slogan sans cesse repris sans que pour autant le programme RNR n'avance réellement.



Cela n'empêche pas la filière nucléaire de présenter des scénarii « surréalistes » [voir figure ci-dessus]. Le plan semble presque parfait. Mais s'il faut attendre 2210 pour la séparation-transmutation arrive à maturité c'est que décidément ce programme n'est pas mur... il n'est pas non plus très sûr comme le donne à voir le projet de chargement de nouveaux combustibles permettant un multirecyclage dans les réacteurs en exploitation<sup>viii</sup>.

« La transmutation permet, par réaction nucléaire, de transformer un corps en un autre. Le but recherché est de transformer des isotopes radioactifs à vie longue en isotopes stables ou à vie courte. Pour ce faire, on les placerait en réacteur (dédié ou non), afin de profiter de hauts flux de neutrons. Cela n'est pas sans impact sur la conduite du réacteur dont le nombre de neutrons disponibles pour entretenir son fonctionnement (réaction en chaîne de fission) est généralement limité. En théorie, la transmutation des produits de fission – qui se désintègreront en corps stables après capture de neutrons – ou des actinides mineurs – dans ce cas la transmutation consiste à les faire fissionner, on parle alors d'incinération – est possible.<sup>ix</sup> »

Tout cela peut sembler intéressant mais l'**incinération** permettrait au mieux de traiter une part dérisoire des combustibles usés dans le cadre d'un cycle du combustible fermé [voir Fiches n°1]. N'aurions-nous donc pas affaire à une manière de pérenniser l'option du « retraitement », c'est-à-dire de poursuivre l'extraction d'un Plutonium qui est le seul élément qui intéresse vraiment les exploitants, les déchets ne les intéressant pas vraiment ?

Somme toute, le projet initial de transformer des substances radioactives très nocives en produits mieux « gérables » semble avoir été abandonné alors qu'il s'agit de la solution la plus robuste pour protéger la nature et la société de la nocivité des déchets nucléaires. Des raisons objectives justifient ce renoncement. Mais elles ne sauraient épuiser le problème. Si tout l'argent et l'intelligence engagés dans le projet Cigéo l'avait été pour la transmutation, on n'en serait pas là. L'urgence est donc de sortir de l'impasse d'une « transmutation alibi » qui justifie l'opportunité de la surgénération pour retrouver le sens de la Loi Bataille. Ce qui peut impliquer de limiter la quantité de déchets pour que celle-ci puisse un jour faire l'objet d'opération de ce type... si tant est que les colis restent accessibles ce qui ne serait pas le cas si Cigéo se réalisait !

## NE PAS FERMER LA PORTE À L'INNOVATION

L'état de la science à ce jour permet d'envisager la transformation de noyaux radioactifs en d'autres noyaux de période radiative plus courte, voire stable. Deux méthodes sont aujourd'hui proposées pour obtenir ce résultat. La première consiste à placer ces déchets dans un réacteur à fission. La seconde à consiste placer ces déchets dans le flux de neutrons produit avec le bombardement d'une cible (réaction dite de **spallation**) par le faisceau de protons d'un accélérateur de particules. Mais pour ce faire il faut au préalable avoir pris soin de séparer chimiquement les déchets, radioéléments par radioélément.

La première méthode utilise les neutrons produits par la réaction de fission. Le rendement de la réaction de cette transmutation est cependant très faible, trop faible pour être réellement utile. Le peu de déchets qui pourraient être détruits serait négligeable devant les nouveaux déchets créés par les fissions dans le réacteur. Au mieux, et quelle que soit la configuration du réacteur, on ralentirait la production de déchets mais elle continuerait d'augmenter.

La deuxième méthode permet bien une diminution de la quantité de déchets nucléaires car la réaction de spallation qui produit les neutrons en génère peu par elle-même. Pour autant le bilan énergétique de l'opération est très mauvais. Si on tient compte de l'énergie à fournir dans l'accélérateur pour produire les neutrons et du faible rendement des réactions de transmutation, il faut fournir plus d'énergie pour la transmutation que l'on en a obtenu par la fission qui a généré ces déchets. Reste que la transmutation par spallation serait un outil dangereux de prolifération nucléaire puisque le flux de neutrons ainsi produit permet la préparation d'un plutonium ( $^{239}\text{Pu}$ ) de très bonne qualité militaire à partir d'un uranium ( $^{238}\text{U}$ ).

Le défi qui se pose aujourd'hui est donc de concevoir une opération qui ne soit pas proliférante avec un bilan énergétique réaliste. Ce pourrait être une des applications des découvertes du Prix Nobel de Physique<sup>x</sup>, Gérard Mourou<sup>xi</sup> même si « *ce sera une autre paire de manches* » de réaliser la transmutation des déchets nucléaires<sup>xii</sup>. » D'autres pistes existent. Des chercheurs du CERN n'ont pas renoncé à développer la spallation.

Ces possibilités peuvent paraître irréaliste, voire utopique. Mais le rôle de la recherche n'est-il pas de rendre l'utopie réalisable. L'important est de ne pas fermer la porte à l'avenir en concevant une gestion robuste et sûre des déchets accumulés pour qu'ils puissent faire l'objet d'opérations efficaces quand les procédés auront été développés.

Il n'y a pas d'urgence à imposer la construction de Cigéo dont la faisabilité et la sécurité ne sont pas établies et alors que les déchets de haute activité doivent encore refroidir durant quelques dizaines d'années minimum.

Cela implique surtout d'admettre que « *l'héritage empoisonné* » est déjà suffisamment important et donc de mettre un terme à la fuite en avant de l'énergie nucléaire, ouverte par le projet de Programmation pluriannuelle de l'énergie 2018-2028. La gestion des déchets actuels est déjà suffisamment lourde et contraignante pour ne pas en rajouter.

<sup>i</sup> [http://www.debatpublic-dechets-radioactifs.org/docs/pdf/docs\\_complementaires/cea\\_separation\\_transmut.pdf](http://www.debatpublic-dechets-radioactifs.org/docs/pdf/docs_complementaires/cea_separation_transmut.pdf)

<sup>ii</sup> [https://www.irsn.fr/dechets/cigeo/Documents/Fiches-thematiques/IRSN\\_Debat-Public-Cigeo\\_Fiche-Transmutation.pdf](https://www.irsn.fr/dechets/cigeo/Documents/Fiches-thematiques/IRSN_Debat-Public-Cigeo_Fiche-Transmutation.pdf)

<sup>iii</sup> <http://www.cea.fr/multimedia/Documents/publications/rapports/avancees-recherches-separation-transmutation-et-multirecyclage-pu-rnr.pdf>

<sup>iv</sup> Philippe PRADEL, compte-rendu sténographique de l'audition publique du Jeudi 20 janvier 2005 de l'OPESET

<http://www.assemblee-nationale.fr/12/pdf/rap-off/i2159-auditions.pdf>

<sup>v</sup> <https://www.oecd-nea.org/ndd/reports/2006/nea6211-R-D-france.pdf>

<sup>vi</sup> [http://www.sfen.org/sites/default/files/public/atoms/files/sfen\\_-\\_12\\_octobre\\_2017\\_-\\_v2.pdf](http://www.sfen.org/sites/default/files/public/atoms/files/sfen_-_12_octobre_2017_-_v2.pdf)

<sup>vii</sup> <http://www.cea.fr/Pages/domaines-recherche/energies/energie-nucleaire/astirid-option-quatrieme-generation.aspx?Type=Chapitre&numero=1>

<sup>viii</sup> <http://www.cea.fr/Documents/monographies/Traitement-recyclage-combustible-nucl%C3%A9aire-introduction.pdf>

<sup>ix</sup> [http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couv-PDF/IdP2006/02\\_Dechets\\_nucleaires.pdf](http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couv-PDF/IdP2006/02_Dechets_nucleaires.pdf)

<sup>x</sup> <https://www.euractiv.fr/section/energie/news/et-si-les-lasers-reduisaient-la-radioactivite-a-seulement-quelques-minutes/>

<sup>xi</sup> [https://www.lemonde.fr/sciences/article/2018/12/09/nobel-de-physique-2018-gerard-mourou-un-physicien-illumine\\_5394927\\_1650684.html](https://www.lemonde.fr/sciences/article/2018/12/09/nobel-de-physique-2018-gerard-mourou-un-physicien-illumine_5394927_1650684.html)

<sup>xii</sup> <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/avec-le-laser-on-peut-reduire-la-radioactivite-d-un-million-d-annes-a-30-minutes-gerard-mourou-prix-nobel-de-physique-792642.html>