

FICHE 7: ENTREPOSAGE DE LONGUE DURÉE EN SUBSURFACE DES DÉCHETS MA HA VL ET RECHERCHE

QUESTION Q7-A : Depuis les derniers débats publics (2005 et 2013), y a-t-il eu des éléments techniques nouveaux¹ relatifs à l'option d'entreposage pérenne en subsurface des déchets à haute ou moyenne activité et vie longue ?

QUESTION Q7-B: Depuis les derniers débats publics (2005 et 2013), y a-t-il eu des 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 longue² ?

*

Cadre 1, rempli et retourné à la CPDP par mail pour le lundi 4 février.

Position argumentée sur la question Q7 exprimée par : Global Chance

*

A la logique du projet Cigéo s'oppose la notion d'entreposage surveillé et pérennisé qui repose sur une attitude très différente. La notion d'évolution (évolution scientifique et technique, évolution des esprits et des sociétés) est au cœur de cette proposition alternative. On rejoint ainsi l'association de deux des voies proposées par la loi de 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs : associer l'entreposage à moyen terme en subsurface à la poursuite de la recherche afin de réduire la nocivité et la durée de vie des déchets nucléaires les plus dangereux. Global Chance présente donc une seule réponse aux deux questions car l'option de l'entreposage pérenne (mais non définitif) est étroitement liée à la voie de la recherche.

L'entreposage à sec en sub-surface

L'entreposage à sec existe déjà en France pour les types de déchets qui seraient stockés dans Cigéo :

- Les déchets HA-VL :

Les déchets vitrifiés de haute activité et à vie longue (HA-VL), produits à La Hague qui contiennent les produits de fission et les actinides mineurs extraits par le retraitement des combustibles irradiés issus des réacteurs nucléaires sont entreposés à La Hague dans des silos verticaux. Comme ils sont très chauds, ils sont refroidis par une ventilation forcée. Ces déchets constituent l'essentiel des déchets HA-VL (certains autres sont entreposés à sec à Marcoule).

- Les déchets MA-VL :

Ce sont des déchets très majoritairement produits à La Hague et Marcoule, mais aussi des déchets activés dans les réacteurs d'EDF. Il existe 32 types de déchets différents classés MA-VL par l'ANDRA. Ces déchets sont actuellement majoritairement entreposés à sec dans des installations spécifiques à La Hague et à Marcoule.

1 La question porte sur les éléments techniques, sans préjuger des dispositions législatives qui seraient à prendre si cette option était retenue.

2 Sans préjuger des mesures législatives éventuellement nécessaires en cas de changement d'option

En Allemagne, en Belgique et surtout aux Etats-Unis, les combustibles irradiés qui constituent les déchets ultimes puisqu'ils ne sont pas retraités, après séjour en piscines de refroidissement des réacteurs, sont entreposés à sec dans des conteneurs spécialisés (dont une part importante est fournie par Orano), soit sur le site des centrales nucléaires, soit dans des sites spécialisés.

Quant à la « subsurface », il s'agit d'entreposer les déchets HA-VL et MA-VL convenablement conditionnés, dans des hangars creusés à faible profondeur ou dans le flanc de collines dans des conditions de surveillance et de contrôle et de garantie d'accessibilité, de récupérabilité et de réversibilité.

Un stockage à sec en subsurface présente l'intérêt de pouvoir « reprendre » un conteneur qui s'avérerait défectueux, de pouvoir être « inspecté » régulièrement sans difficultés pendant une durée que l'on peut estimer à 300 ans car c'est la durée pendant laquelle les stockages des déchets de moindre activité devront être contrôlés et surveillés.

Cela permet de poursuivre la recherche sur la réduction de la nocivité des déchets radioactifs (radiotoxicité et durée de vie).

La recherche

La composante « recherche » de la gestion des déchets radioactifs, a été concentrée sur le « séparation-transmutation », piste recommandée dès la loi sur les déchets de 1991 et poursuivie depuis dans les différentes lois concernant la gestion des déchets.

Le document de synthèse le plus récent est la contribution de l'IRSN au débat public sur le PNGMDR : « La séparation-transmutation des déchets à vie longue ».

Ce document rappelle :

- Que le principe de la transmutation est de transformer des radionucléides dont la période radioactive est très longue (jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années) en éléments stables ou à vie plus courte. La transmutation consiste en l'absorption d'un neutron par le noyau d'un radionucléide, ce qui conduit à en modifier les caractéristiques radioactives ou à provoquer une réaction de fission.
- Que la séparation, étape préliminaire à la transmutation des actinides mineurs (AM) consiste à les séparer des combustibles qui les contiennent. Différents procédés de séparation existent (GANEX, DIAMEX-SANEX, Exam), aptes à s'insérer dans les installations de traitement des combustibles usés actuels.

La dernière phrase de la conclusion du document de l'IRSN indique la position « officielle » sur la voie « séparation-transmutation » :

« Ainsi, dans l'état actuel des connaissances, la transmutation ne constitue pas par elle-même une solution suffisante pour gérer les déchets de ce type. L'IRSN estime en outre qu'elle n'apporte pas un gain probant pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs les plus dangereux ».

C'est bien le morceau de phrase « dans l'état actuel des connaissances » qui explique et justifie l'option alternative proposée ici : le fait qu'il n'existe pas de solution satisfaisante aujourd'hui ne justifie en aucune façon l'abandon de la voie de la recherche pour trouver une meilleure option que l'enfouissement définitif.

Deux pistes actuelles

Sans préjuger de leur réussite, il est important de noter que deux pistes sont poursuivies par des équipes de chercheurs.

MYRTE et MYRRHA

L'institut de Physique nucléaire d'Orsay (IPNO, CNRS/université Paris-Sud) poursuit et accentue son soutien au projet de réacteur hybride Myrrha (*Multi-Purpose Hybrid Research Reactor for High-tech Applications*) pour les quatre prochaines années. En avril 2015, en effet, a été lancé le projet H2020 Myrte « *Myrrha Research and Transmutation Endeavour* », dans le prolongement du projet européen Euratom FP7 MAX « *MYRRHA Accelerator eXperiment R&D programme* », coordonné par l'Institut de Physique nucléaire.

L'objectif de ce projet est de poursuivre les recherches nécessaires pour démontrer la faisabilité de la transmutation de déchets nucléaires de haute activité à l'échelle industrielle *via* le développement du réacteur de recherche Myrrha et de son accélérateur associé. Des corps radioactifs à vie longue peuvent en effet être ainsi transformés en atomes à vie plus courte, voire en éléments réutilisables pour d'autres applications.

Porté par le SCK.CEN (centre de recherche de Mol en Belgique), le projet MYRRHA a pour objectif la réalisation d'un démonstrateur e réacteur hybride (ou ADS pour « Accelerator Driven System » afin d'étudier la faisabilité de la transmutation des déchets nucléaires hautement radiotoxiques. La réaction en chaîne dans le cœur sous-critique de ce réacteur serait entretenue grâce à des neutrons produits par l'intermédiaire d'un faisceau de protons issu d'un accélérateur de forte puissance.

PROCEDE PAR LASER

Le prix Nobel de physique 2018, Gérard Mourou, a déclaré le 3 octobre 2018³ :

« Celle (l'idée) qui me tient particulièrement à cœur est le traitement des déchets radioactifs avec nos techniques lasers. Je m'explique : prenez un noyau atomique : il est composé de protons et de neutrons, si on met un neutron en plus ou si on enlève un, ça change absolument tout. Ce n'est plus le même atome, ses propriétés vont alors totalement changer. La durée de vie de ces déchets est changée fondamentalement : on peut la réduire d'un million d'années à 30 minutes ! On est déjà capable d'irradier avec un laser à grand flux beaucoup de matière d'un seul coup, la technique est donc parfaitement applicable et théoriquement rien ne s'oppose à une utilisation à échelle industrielle. C'est le projet que je suis en train de lancer en collaboration avec le CEA. Nous pensons que d'ici 10 ou 15 ans nous pourrons vous montrer quelque chose ».

3 <https://theconversation.com/conversation-avec-gerard-mourou-prix-nobel-de-physique-2018-104338>

Le principe de la transmutation par laser est exposé dans : l'article de Charles Hirlimann de septembre 2013 :

https://www.researchgate.net/profile/Charles_Hirlimann/publication/

[257116317_La_transmutation_laser_des_dechets_nucleaires_Laser_induced_nuclear](https://www.researchgate.net/profile/Charles_Hirlimann/publication/257116317_La_transmutation_laser_des_dechets_nucleaires_Laser_induced_nuclear)

Cadre 2 rempli et retourné à la CPDP par mail pour le par les personnes ou organismes ayant des contre-arguments à présenter par référence au cadre 1.

Contre-Argumentation, présentée par EDF :

L'entreposage (en surface ou en subsurface) représente une solution opérationnelle et sûre de gestion des déchets à court terme (sur environ 100 ans). A l'issue de la durée de vie d'un premier entreposage (actuellement de l'ordre de 100 ans potentiellement jusqu'à 300 ans) un nouvel entreposage serait à construire et à exploiter pour remplacer le premier qui serait à déconstruire, et ainsi de suite... L'entreposage présenté comme pérenne ne l'est en fait pas et reviendrait à transmettre aux générations futures la gestion des déchets HA et MAVL. L'entreposage n'est donc pas une solution de gestion pérenne des déchets et ne peut représenter une alternative au stockage géologique profond.

Qu'en est-il d'un entreposage associé à de la recherche sur la séparation/transmutation ?

En ce qui concerne l'évolution des recherches sur la séparation et la transmutation, le document IRSN dont la conclusion est citée par Global Chance est la « Fiche Transmutation » rédigée par l'IRSN lors du débat public Cigéo. Nous retranscrivons ci-après la conclusion complète de ce document :

« L'IRSN considère que la séparation/transmutation ne constitue pas une alternative au stockage géologique. En dépit de l'avancée des recherches qui se poursuivent aujourd'hui, il est vraisemblable que ces opérations ne seront pas réalisables à l'échelle industrielle dans un proche avenir ni applicables aux déchets déjà produits. Par ailleurs, la transmutation nécessite de déployer un parc de réacteurs dits de quatrième génération dont la conception est encore à l'étude.

En termes de sûreté, de radioprotection et de gestion des matières et déchets radioactifs, le bilan entre les gains et les contraintes apportés par la transmutation est très déséquilibré, les gains apparaissant faibles en regard des fortes contraintes induites sur le cycle du combustible. En effet, la mise en œuvre de la transmutation des actinides mineurs nécessite de manipuler des matières fortement radioactives en quantités importantes, de développer de nouveaux procédés de fabrication et de traitement nécessitant de nombreux sauts technologiques, ainsi que de concevoir de nouvelles

installations et entreposages. Ceci conduira, d'une part à un accroissement sensible des sources de danger et des situations incidentelles et accidentelles à analyser, d'autre part à une augmentation des doses reçues par les opérateurs, pour des gains modestes pour un stockage géologique de déchets HA et MAVL.

Ainsi, dans l'état actuel des connaissances, la transmutation ne constitue pas par elle-même une solution suffisante pour gérer les déchets de ce type. L'IRSN estime en outre qu'elle n'apporterait pas un gain probant pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs les plus dangereux. »

La recherche sur la transmutation montre que celle-ci ne peut se substituer à un stockage géologique.

En effet, depuis le débat public sur CIGEO, et donc depuis ces éléments publiés par l'IRSN, les études récentes ont montré que le champ d'utilisation potentiel de la transmutation s'est progressivement réduit, quel que soit le concept envisagé. En effet, si l'on mettait en œuvre la séparation / transmutation, cela ne concernerait que quelques éléments et un stockage resterait nécessaire.

Le gain potentiel attendu de la mise en œuvre de la séparation / transmutation, quelque soit la technologie employée (y compris celle concernant les projets MYRTHE, MYRRHA ou l'utilisation de lasers...) ne concerne qu'une réduction de l'emprise du stockage et ne peut s'envisager qu'après la mise en œuvre préalable d'un multi-recyclage des matières en réacteurs. Par ailleurs, les opérations industrielles spécifiques de séparation, de concentration et de mise sur support cible préalable des éléments à transmuter nécessiteraient quant à elles la construction d'ateliers spécifiques, avec des procédés complexes et une logistique contraignante.

Nota : les procédés de séparation GANEX, DIAMEX-SANEX et EXAm cités par Global Chance ont fait l'objet de tests en laboratoire uniquement, et le passage à l'échelle industriel n'est pas acquis. Il est donc trop tôt pour pouvoir conclure sur une possible aptitude « à s'insérer dans les installations de traitement des combustibles usés actuels ».

En ce qui concerne les procédés de transmutation, pour leur domaine d'application qui est limité à quelques actinides mineurs, la difficulté réside plus dans la capacité à trouver un procédé industrialisable qu'à transmuter ponctuellement une très faible quantité de matière.

A titre d'exemple, il est important de rappeler que les résultats obtenus par photofissions (cf notamment article de Charles Hirlimann ou déclaration de Gérard Mourou) concernent des quantités infinitésimales de matière et que les lasers pour réaliser ces photofissions consomment énormément d'énergie.

En conclusion, la transmutation à l'échelle industrielle est loin d'être acquise et nécessiterait la mise en œuvre de procédés très complexes. Même en cas de succès de ces recherches, elle ne représenterait pas une alternative mais seulement un complément éventuel au stockage géologique.