Déchets nucléaires - Mais que faire de tous ces déchets?

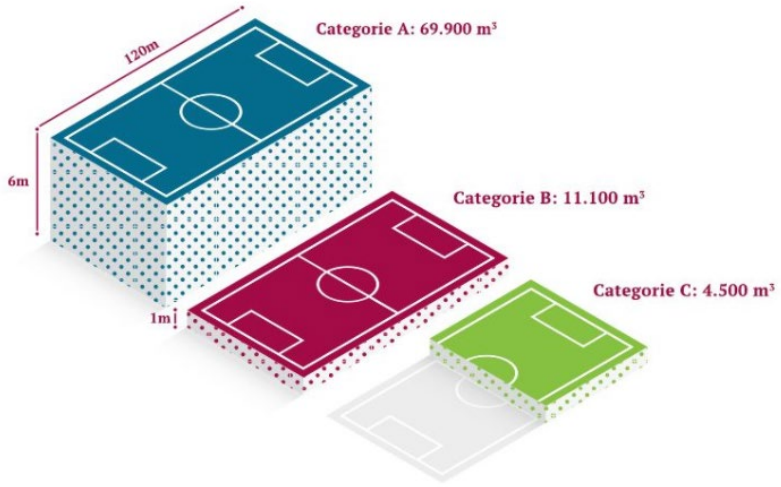
17 février 2022

Synthèse

Trouver une solution pour les déchets nucléaires est en effet un sujet à prendre très au sérieux. Il est important de se rendre compte qu'il existe trois catégories de déchets radioactifs. Les déchets de catégorie A, à faible ou moyenne durée de vie et à vie courte, représentent la grande majorité des déchets radioactifs et une solution existe pour eux. Les déchets de catégorie B sont des déchets de faible ou moyenne activité à vie longue et les déchets de catégorie C sont des déchets de haute activité. C'est surtout la gestion de la catégorie C qui est la plus importante et pour laquelle le gouvernement belge n'a pas encore pris de décision formelle définitive. Le stockage géologique de ces déchets critiques mais de très faible quantité est considéré par la communauté scientifique internationale comme la solution la plus durable pour éviter toute contamination radioactive sur l'environnement sur les temps longs. Les recherches scientifiques menées en Belgique sur ce sujet depuis plus de 40 ans sont considérées comme une référence internationale. Quoi qu'il en soit, les études montrent que la prolongation de 10 ou 20 ans de la durée de vie d'un ou plusieurs réacteurs nucléaires n'aura pas d'impact substantiel. Pour les déchets de catégorie C, par exemple, une prolongation de 10 ans de la durée de vie d'une centrale nucléaire entraînerait une augmentation d'environ 4-5 % de plus.

Lorsqu'on parle de déchets radioactifs, il convient de distinguer clairement les trois catégories de déchets radioactifs, telles qu'établies par l'ONDRAF, conformément à la classification proposée par l'AIEA : Catégorie A, B et C. Les déchets de **catégorie A** sont des déchets radioactifs conditionnés de faible ou moyenne activité et de courte durée de vie. Ces déchets ne proviennent pas seulement des centrales nucléaires, mais sont également produits par la médecine nucléaire et certaines industries. Le risque environnemental de ces déchets est limité à quelques centaines d'années. Les déchets de **catégorie B** sont des déchets conditionnés de faible et moyenne activité à vie longue. Ces déchets représentent un risque environnemental pour une très longue période, en raison de la présence de radionucléides à vie longue, et doivent donc être isolés de la biosphère pendant plusieurs dizaines à centaines de milliers d'années. Les déchets de **catégorie C** sont des déchets conditionnés de haute activité. Ces déchets présentent également un risque environnemental très long et doivent donc être isolés de la biosphère quelques centaines de milliers d'années, voire un million d'années. Les déchets de catégorie C en Belgique comprennent les déchets vitrifiés résultant du retraitement antérieur du combustible usé ainsi que le combustible usé non traité. En ce qui concerne les déchets de catégorie B et C, l'ONDRAF prend en compte les quantités suivantes (inventaire de référence du 31 décembre 2018) : 11 100 m³ de déchets de catégorie B conditionnés (dont maximum 30 m³ de déchets de catégorie B du Grand-Duché de Luxembourg), 250 m³ de déchets de catégorie C vitrifiés, 3 800 tHM (tonnes de métaux lourds) ou

environ 4 250 m³ de combustible usé non traité provenant des centrales nucléaires. Cet inventaire suppose l'abandon progressif actuel des 7 réacteurs nucléaires entre 2022 et 2025.



Graphique 1: représentation visuelle des volumes de déchets radioactifs (source: ONDRAF)

Pour toutes les catégories, l'élimination des déchets radioactifs repose sur un concept composé de diverses barrières qui doivent empêcher et/ou retarder autant que possible la migration des radionucléides dans la biosphère. D'une part, il y a les barrières artificielles, comme les fûts métalliques, les caisses en béton (monolithes) ou les superconteneurs pour les déchets hautement radioactifs. D'autre part, il existe des barrières naturelles, telles que des couches d'argile qui isolent un dépôt en surface ou des formations géologiques hôtes (p. ex. argile, sel, granit) qui enferment et isolent un dépôt en profondeur.

Pour la gestion à long terme des déchets de catégorie A, une décision a déjà été prise par le gouvernement fédéral. Ces déchets seront éliminés en surface. Les travaux préparatoires pour cette décharge en surface à Dessel sont à un stade avancé, de sorte que la construction et l'exploitation du site de décharge pourront commencer dans un avenir proche.

Graphique 2: Vue du bâtiment actuel de stockage des déchets radioactifs de catégorie A sur le site de Belgoprocess. (Source: Belgoprocess)

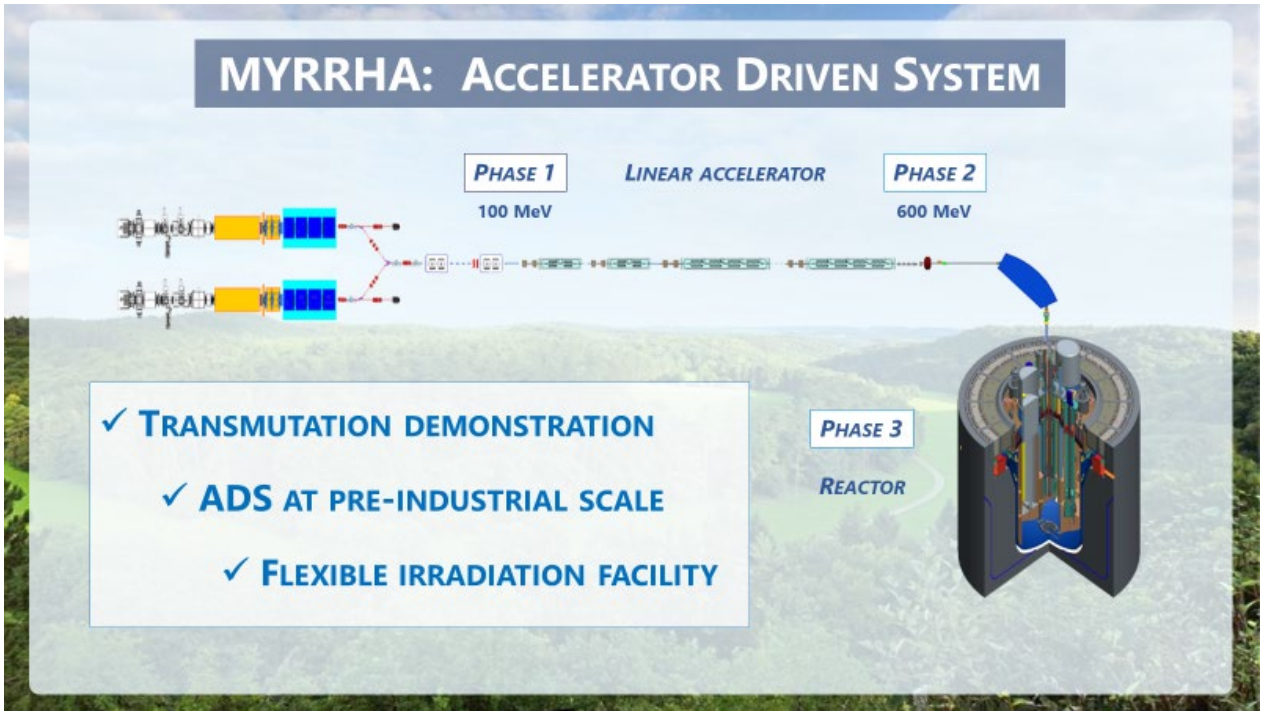
Pour la gestion à long terme des déchets de catégorie B et C, aucune décision n'a été prise par le gouvernement fédéral à ce jour. En 2018, l'ONDRAF a proposé une base de mesures politiques pour la gestion à long terme de ces déchets. L'ONDRAF propose "*un système de stockage géologique sur le territoire belge*" comme solution pour la gestion à long terme des déchets conditionnés de haute activité et/ou à vie longue. La proposition de 2018 est une deuxième proposition, après la première proposition de 2011. La proposition de 2011 était plus précise, à savoir "*un système de stockage géologique dans de l'argile à faible résistance dans une installation unique sur le territoire belge*". À l'époque, l'AFCN considérait que le choix d'une seule roche hôte pour le stockage géologique était prématuré. Les ministres en charge ont ensuite suivi l'avis de l'AFCN. Dans la proposition de 2018, l'ONDRAF ne fait donc pas de choix concernant la roche hôte.

Le stockage géologique est considéré par la communauté internationale et scientifique comme la solution à long terme la plus durable pour les déchets de haute activité et/ou à vie longue. Pour les déchets de haute activité (c'est-à-dire le combustible nucléaire usé), le dépôt profond d'Onkalo (400 m de profondeur dans un massif granitique) sur la côte ouest de la Finlande est le projet de stockage "civil" le plus avancé (après le WIPP "militaire" au Nouveau-Mexique, aux États-Unis, opérationnel depuis 1999). Sa mise en service est prévue pour 2023. Une fois que le gouvernement fédéral aura ratifié la proposition de stockage géologique de l'ONDRAF, un long processus commencera, qui se déroulera en plusieurs phases sur plusieurs décennies jusqu'au 22e siècle. La première phase est le lancement d'un débat public qui doit aboutir à l'identification d'un ou plusieurs sites potentiels de stockage géologique bénéficiant d'un soutien sociétal. Ensuite, des recherches géologiques spécifiques au site et d'autres recherches pourront être effectuées, et une conception spécifique au site pourra être élaborée. La construction et l'exploitation du site de stockage pourront alors commencer dans la seconde moitié de ce siècle, d'abord pour les déchets de catégorie B, puis pour les déchets de catégorie C. L'ensemble du processus devrait s'achever dans les premières décennies du 22e siècle avec la fermeture définitive du dépôt géologique. Cette perspective temporelle permet d'explorer des options alternatives dans l'intervalle.

Bien qu'il existe un consensus général sur le principe de base du stockage géologique, de nombreuses questions restent sans réponse. Il faudra y répondre sans ambiguïté au cours des prochaines décennies. L'une de ces questions concerne la limitation ou non de la recherche d'un site de stockage géologique au territoire belge. Une approche multinationale (par exemple, une coopération avec les Pays-Bas), voire européenne, ne devrait a priori pas être exclue. En outre, la roche hôte possible n'a pas encore été déterminée. Sur le territoire belge, plusieurs roches hôtes possibles sont envisagées : les argiles peu durcies - Boomse klei & Ieperklei, et les schistes ardennais. Chacune de ces roches d'accueil potentielles a également une influence sur d'autres aspects du dépôt géologique, tels que la conception et la profondeur du dépôt de stockage. Dans ce contexte, des recherches scientifiques sont menées depuis plus de 40 ans sur l'argile de Boom en tant que roche d'accueil potentielle, par exemple dans le laboratoire de recherche souterrain HADES à Mol. Cette recherche nous a mis sur la carte internationale. La recherche sur l'argile de Boom est considérée comme la référence internationale en ce qui concerne les argiles moins durcies comme roche d'accueil potentielle pour le stockage géologique des déchets radioactifs. Pour le démantèlement des centrales nucléaires et la gestion à long terme des déchets,

environ 13 milliards d'euros ont été prévus dans le fonds Synatom, géré par ENGIE Electrabel. Sur ce montant, environ 7,5 milliards d'euros sont destinés au stockage géologique.

Pour les déchets vitrifiés de catégorie C, il n'y a pas d'autre option durable que le stockage géologique. Pour le combustible nucléaire usé non traité, d'autres options peuvent être envisagées. Ce combustible nucléaire usé pourrait être "recyclé" dans les nouvelles centrales nucléaires de quatrième génération qui seront développées et construites. Toutefois, cela nécessiterait la levée d'obstacles juridiques (par exemple, l'article 3 de la loi sur la sortie du nucléaire). Le réacteur de recherche MYRRHA du CEN de Mol est un prototype de réacteur rapide refroidi au plomb et au bismuth, qui est piloté par un accélérateur de particules. Cette configuration doit permettre de transmuter efficacement les déchets à vie longue, de sorte que le risque environnemental soit réduit de plusieurs ordres de grandeur dans le temps, passant de centaines de milliers d'années à quelques centaines d'années. Ce projet est dans une phase initiale de développement, notamment la construction et le test des accélérateurs linéaires de protons. La construction d'un éventuel réacteur n'est prévue qu'à partir de la seconde moitié des années 2020.



Graphique 3: réacteur piloté par un accélérateur particule de MYRRHA (Source: CEN)

La prolongation de la durée de vie d'un ou plusieurs réacteurs nucléaires pendant 10 à 20 ans n'a pas d'impact substantiel sur la gestion à long terme des déchets radioactifs en Belgique, ni sur le stockage en surface des déchets de catégorie A qui est en cours, ni sur le stockage géologique qui est prévu pour les déchets de catégories B et C. La quantité totale de déchets de catégorie C s'élève à environ 5500 tonnes (dont 670 tonnes de déchets retraités). Une prolongation de la durée de vie d'une centrale nucléaire pendant 10 ans entraînerait une augmentation d'environ 200 tonnes de déchets de catégorie C (4 % de plus) ; une prolongation de la durée de vie de deux centrales nucléaires pendant 20 ans entraînerait une augmentation d'environ 800 tonnes (14 % de plus). Étant donné la nécessité d'un stockage géologique

dans tous les cas, la quantité supplémentaire limitée de déchets de catégorie C résultant d'une prolongation de la durée de vie ne pose pas de problèmes insurmontables, tant en termes de conception que de coût d'un site de stockage géologique (en dehors des autres options de recyclage et de transmutation).

Auteurs :

Prof. Dr. Manuel Sintubin, Professeur ordinaire, KU Leuven

Prof. Dr. Ir. Geert De Schutter, Professeur ordinaire, UGent

Sources :

- Areias, L., Craeye, B., De Schutter, G., Van Humbeeck, H., Wacquier, W., Villers, L., Van Cotthem, A. 2010. Half-scale test: an important step to demonstrate the feasibility of the Belgian supercontainer concept for disposal of HLW. *Proceedings of the ASME 13th International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management*, ICEM2010, Volume 2, ISBN: 978-0-7918-5453-2, Tsukuba, paper 40119, pp.10.
- Craeye,B., De Schutter, G., Van Humbeeck, H., Van Cotthem, A. 2009. Early age behaviour of concrete supercontainers for radioactive waste disposal. *Nuclear Engineering and Design*, 239, 23-35.
- NIRAS 2020. *Milieueffectenrapport voor het voorontwerp van koninklijk besluit tot vaststelling van het goedkeuringsproces voor de nationale beleidsmaatregelen met betrekking tot het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogradioactief en/of langlevend afval en tot bepaling van de beheeroplossing op lange termijn voor dit afval.*
- NIRAS. *Uitgelegd: de berging van radioactief afval.* https://www.niras.be/uitgelegd-de-berging-van-radioactief-afval (laatst geraadpleegd op 14 februari 2022)
- NIRAS. *Soorten radioactief afval. https://www.niras.be/soorten-radioactief-afval* (laatst geraadpleegd op 14 februari 2022)
- Proost S., Baelmans T., Bruninx K., Delarue E., Driesen J., Meyers J., Muylaert K., Sintubin M., Vande-velde A., Van Acker K., Van Hertem D. 2020. *Een duurzame energievoorziening voor België*. *Meta-forum visietekst 18*. Leuven.
- Sintubin, M., Brassinnes, S., Depaus, C., Van Geet, M. 2012. Low-grade metamorphic slates, a potential host-rock for high-leven and/or long-lived radioactive waste disposal. *Proceedings of the 34th International Geological Congress 2012, pp. 3060*