

DOCUMENTATION POUR LA SGDN
4. SCIENCE ET ENVIRONNEMENT**4-3 ANALOGUES NATURELS ET ANTHROPIQUES – NOTIONS UTILES À LA GESTION DU
COMBUSTIBLE IRRADIÉ****RÉSUMÉ****Paul McKee et Don Lush, Stantec Consulting**

RÉSUMÉ

Depuis le début de la production commerciale au début des années 1970 jusqu'à la fin de 2002, le Canada a produit plus de 30 000 tonnes de combustible irradié, ce chiffre représentant le contenu en uranium. Ce combustible irradié est présentement entreposé sur les sites des réacteurs, 26 000 tonnes étant entreposées sous l'eau et 4 000 tonnes en stockage à sec. À mesure que la production d'électricité de source nucléaire se poursuivra, cet inventaire continuera d'augmenter. Du fait de la quantité relativement faible de combustible irradié qui résulte de la production d'électricité, il devrait y avoir suffisamment de place sur les sites des réacteurs canadiens pour l'entreposer de façon sécuritaire pendant des décennies.

Le combustible irradié provenant des réacteurs CANDU contient du combustible résiduel ayant une valeur appréciable, qui pourrait être récupéré par retraitement au reconditionnement, mais cette option n'est pas envisagée au Canada pour des raisons économiques et politiques. En conséquence, le combustible irradié est présentement considéré comme déchet nécessitant une gestion à long terme. Au Canada, la SGDN s'est vu confier la tâche d'évaluer, en consultant la population canadienne, les options disponibles pour la gestion à long terme de ces déchets. De façon générale, ces options sont représentées par soit l'entreposage de longue durée en surface ou près de la surface ou l'évacuation en couches géologiques profondes. Si l'on considère la première option, la surveillance et la récupération éventuelle seraient relativement simples, les coûts d'investissement initiaux seraient faibles, mais les coûts de maintenance et de surveillance seraient élevés. Dans le cas de la deuxième option, la récupération serait difficile et les coûts d'investissement élevés, mais les coûts de surveillance et d'exploitation seraient relativement faibles. On pourrait aussi envisager une version hybride, où le combustible irradié serait "entreposé" pour une période indéfinie dans un environnement semblable à celui d'un dépôt géologique en profondeur. Les coûts de cette option seraient les plus élevés, mais on préserverait les deux possibilités, soit la mise au rebut définitive ou la récupération. La gestion à long terme du combustible irradié présente les mêmes problèmes génériques que ceux associés à la gestion d'autres types de déchets dangereux. Les principes généraux s'appliquant à la gestion de déchets dangereux demandent que l'on essaie d'abord de les traiter, pour réduire ou éliminer leur toxicité. Si cela n'est pas possible, il faut traiter et confiner les déchets de manière à les empêcher d'aller dans l'environnement dans des concentrations qui pourraient être nuisibles.

Les stratégies que l'on est en train de mettre au point dans le monde pour la gestion à long terme du combustible irradié prennent en considération le fait qu'il devient moins dangereux avec le temps par suite de la décroissance radioactive de ses éléments constitutifs. La première étape dans la gestion du combustible irradié consiste à l'entreposer sous l'eau où, au cours des premiers dix ans, environ 99,9% de la radioactivité présente dans le combustible extrait d'un réacteur CANDU canadien disparaît par décroissance. Après cette période, quelques options de gestion se présentent:

- Le combustible irradié peut être retraité, c'est-à-dire que l'on sépare les éléments les plus fortement radioactifs de ceux qui le sont moins. Les substances moins radioactives devront alors faire l'objet d'une gestion à long terme et l'uranium et autres substances fissiles seront recyclés dans la production de combustible neuf.

- Le combustible, pour des raisons économiques et/ou politiques, n'est pas retraité. C'est la situation actuelle au Canada concernant le combustible irradié provenant des réacteurs nucléaires.

Si l'on ne prend pas la décision de retraiter le combustible irradié, la période initiale d'entreposage sous l'eau est suivie d'un entreposage à sec pendant des décennies, au cours desquelles 90% de la radioactivité est éliminée par décroissance. Après les 100 premières années qui suivent son extraction du réacteur, période pendant laquelle 99,99% de la radioactivité a été éliminée, la décroissance se poursuit plus lentement, de sorte qu'au bout de 100 000 ans, la radioactivité (exprimée en Bq/g de combustible) sera semblable à celle des minerais d'uranium, tels que l'uranite, qui furent extraits du sol et pour servir à la fabrication du combustible au départ. Une fois que la radioactivité du combustible irradié a décliné à ce point, son niveau de radioactivité ne change plus beaucoup, étant surtout le résultat de la décroissance de l'uranium naturel, qui représente plus de 98% de la masse du combustible irradié. Ceci indique que toute stratégie de gestion à long terme doit comprendre une période initiale de confinement sûr, de l'ordre de dizaines de milliers d'années, suivie d'une période qui durera pendant des temps géologiques (de centaines de milliers à des millions d'années) au cours de laquelle l'uranium naturel résiduel dans le combustible irradié pourra réintégrer les cycles géochimiques naturels de la terre.

À cause des longues périodes dont il est question dans la gestion du combustible irradié et l'absence de tout précédent "d'ingénierie" pour la performance de systèmes de confinement conçus pour durer plusieurs milliers d'années, on présente souvent l'argument que la performance des systèmes de gestion pour le combustible irradié ne peut être prédite avec quelque degré de certitude. Il est possible, cependant, d'examiner des analogues naturels et anthropiques (faits de main d'homme) pour avoir une idée de la façon dont les systèmes de gestion du combustible irradié et leurs composants pourront se comporter pendant ces longues périodes. Dans les environnements naturels et archéologiques, il existe des analogues du combustible irradié tel qu'il est à sa sortie du réacteur, de même que des analogues du même combustible irradié après que sa radioactivité aura diminué au niveau que l'on retrouve dans les minerais d'uranium. Il existe aussi des analogues pour les matériaux utilisés dans les systèmes de confinement aménagés par l'homme, tels que le ciment, le fer, le cuivre et les argiles que l'on se propose d'utiliser pour confiner le combustible dans les installations en surface ou pour le sceller dans un dépôt en couches géologiques profondes. Il y a aussi des analogues qui peuvent fournir des renseignements sur le comportement de divers radionucléides après leur entrée dans le cycle environnemental naturel.

Le présent document fait une brève description d'un certain nombre d'analogues naturels et archéologiques qui peuvent aider à en savoir plus long sur les questions reliées à la gestion à long terme du combustible irradié. Ces analogues, compris dans le sens où ils sont utilisés dans ce document, ne "prouvent" pas qu'un concept en particulier est sûr, mais ils aident à comprendre et peuvent aider à "circonscrire" les problématiques reliées aux évaluations de sûreté. De même, le fait que le combustible irradié aura, après une certaine période, le même niveau de radioactivité que les minerais d'uranium originaux dont il est issu ne signifie pas qu'un dépôt en couches géologiques profondes se comportera exactement comme un gisement d'uranium.

En dépit de leurs limites, les analogues sont utiles en ce qu'ils nous apportent des renseignements précieux et qu'ils peuvent "circonscrire" certaines questions et certains concepts qu'il faut aborder

dans la gestion du combustible irradié. C'est dans ce contexte que les analogues ont été étudiés dans le cadre des programmes de gestion du combustible irradié de plusieurs pays dans le monde.