



NUCLEAR WASTE
MANAGEMENT
ORGANIZATION

SOCIÉTÉ DE GESTION
DES DÉCHETS
NUCLÉAIRES

Garantir la sûreté : Le système à barrières multiples

Au sein d'un dépôt géologique en profondeur, un ensemble de barrières ouvragées et naturelles se combinent pour confiner de manière sûre le combustible nucléaire irradié et l'isoler de la population et de l'environnement. Chacune de ces barrières assure un niveau de protection unique et indépendant. Dans l'éventualité où une des barrières viendrait à se détériorer, la prochaine prendrait le relais. La sûreté constitue l'élément prioritaire de la mise en oeuvre du plan canadien de gestion à long terme du combustible nucléaire irradié.



Lorsqu'on retire le combustible nucléaire irradié d'un réacteur, il est radioactif et doit être géré avec soin. Bien que sa radioactivité diminue avec le temps, il continuera en pratique de poser des risques pendant une période essentiellement indéfinie.

Le combustible nucléaire irradié est une matière solide. Il est en grande partie constitué d'oxyde d'uranium. L'uranium est un élément naturel aux propriétés chimiques dangereuses. Le combustible irradié contient également en petites quantités d'autres éléments qui étaient présents à l'origine dans le minerai d'uranium ou qui ont été produits dans le réacteur.

Bien que la radioactivité du combustible irradié décroisse rapidement initialement, il lui faut une très longue période pour diminuer à un niveau permettant une exposition directe sécuritaire.

Les atomes radioactifs dans le combustible irradié émettent des rayonnements sous forme d'ondes électromagnétiques et de particules à haute vitesse. L'exposition à ces ondes et particules peut être contrôlée en s'éloignant de la source de rayonnements, dans ce cas d'une grappe de combustible, ainsi que par l'utilisation d'un blindage ou de barrières.



#1 La pastille de combustible

La première barrière du système à barrières multiples est la pastille de combustible. Les pastilles de combustible sont fabriquées à partir d'une poudre de dioxyde d'uranium cuite dans un four pour produire une céramique dure de haute densité. La céramique est une matière extrêmement durable; elle ne se dissout pas facilement dans l'eau et sa résistance à l'usure et aux températures élevées en fait une des matières artificielles les plus durables.

#2 L'élément de combustible et la grappe de combustible

Chaque grappe de combustible est composée d'un ensemble de tubes scellés appelés éléments de combustible. Ces éléments de combustible, qui contiennent les pastilles de combustible, sont faits d'un métal robuste, résistant à la corrosion, appelé zircaloy. La fonction de chacun de ces éléments est de confiner et d'isoler les pastilles de combustible.

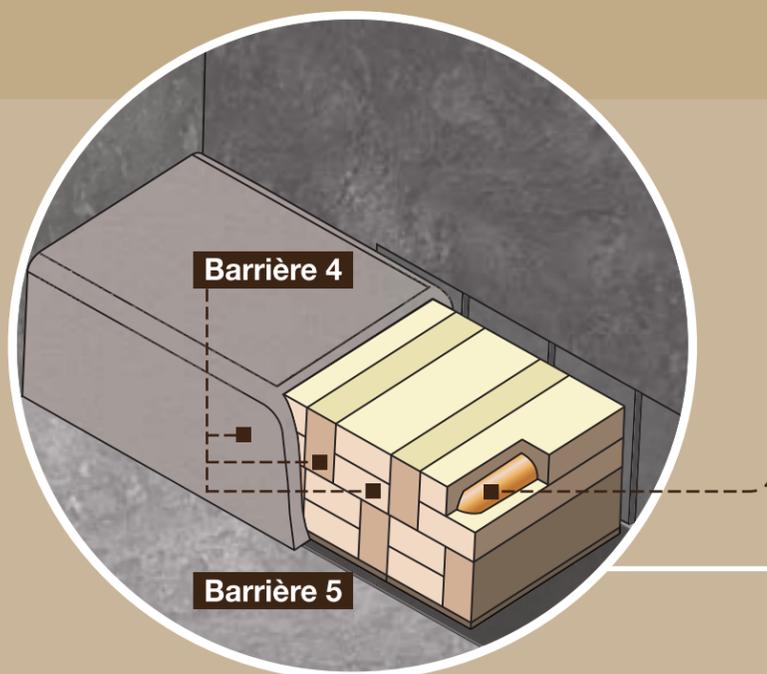
Installations en surface du dépôt



Barrière 1

Barrière 2

Barrière 3



Barrière 4

Barrière 5

#3 Le conteneur de combustible nucléaire irradié

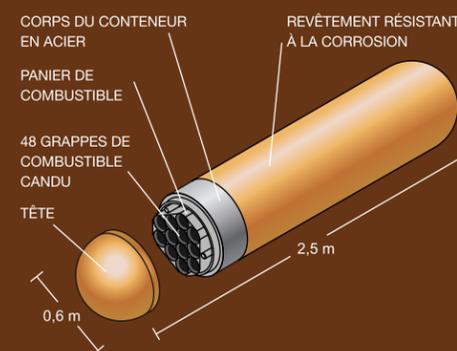
Les grappes de combustible nucléaire irradié seront placées dans de grands conteneurs très durables. En 2014, la SGDN a affiné la conception de son conteneur pour l'optimiser pour le combustible CANDU irradié, produit par les centrales nucléaires canadiennes. Le conteneur et la boîte tampon en argile de bentonite (voir la 4^e barrière) constituent un élément important du système de barrières ouvragées.

Le conteneur empêche les radionucléides de s'échapper du combustible et de se répandre dans l'environnement souterrain. Il est conçu pour demeurer intact et isoler complètement le combustible nucléaire irradié jusqu'à ce que sa radioactivité ait diminué pour atteindre la même intensité que celle de l'uranium naturel.

Chaque conteneur peut contenir 48 grappes de combustible irradié au sein d'un panier d'acier inséré dans un cylindre d'acier au carbone. Ce cylindre d'acier possède la résistance mécanique voulue pour supporter la pression exercée par la roche sus-jacente ainsi que par un glacier d'une épaisseur de trois kilomètres formé au cours d'une future ère glaciaire. Le cylindre est protégé par un revêtement de cuivre résistant à la corrosion.

Le conteneur possède une tête sphérique qui est soudée au corps du conteneur. Cette forme sphérique est conçue pour résister à des pressions importantes.

Le cylindre d'acier au carbone et la technologie du revêtement de cuivre de ce concept de conteneur sont basés sur une technologie éprouvée qui est actuellement disponible au Canada. Les conteneurs de combustible irradié et les composants connexes seront fabriqués dans une usine de production de conteneurs qui pourrait être située dans la collectivité hôte ou la région environnante, selon l'intérêt manifesté.



#4 L'argile de bentonite

Chaque conteneur de combustible nucléaire irradié sera enchâssé dans une boîte tampon en argile de bentonite hautement comprimée lors de sa mise en place dans le dépôt. L'argile de bentonite est une matière naturelle formée à partir de la cendre volcanique.

La grande étanchéité à l'eau de la bentonite a été démontrée. Cette matière se gonfle au contact de l'eau, ce qui en fait un excellent matériau de scellement. La bentonite est également très stable, comme en témoignent les formations naturelles formées il y a plusieurs millions, voire plusieurs centaines de millions d'années.

Dans le dépôt, les propriétés chimiques de l'argile de bentonite ainsi que des matériaux de remblai et de scellement contribueront également à emprisonner tout radionucléide qui, circonstance improbable, s'échapperait d'un conteneur.

Chaque boîte tampon sera placée et séparée de la suivante à l'aide de blocs d'argile de bentonite. Les conteneurs seront disposés en deux étages empilés l'un sur l'autre.

Une fois les conteneurs de combustible nucléaire irradié disposés dans le dépôt, tous les espaces vides à l'intérieur de chaque galerie souterraine seront remplis d'argile de bentonite.

Une couche d'argile de bentonite hautement comprimée d'une épaisseur de 6 à 10 mètres et une cloison de béton d'une épaisseur de 10 à 12 mètres seront utilisés pour sceller l'entrée de chaque salle de mise en place.

Avant de fermer le dépôt, les tunnels et les puits seront tous remplis de matériaux de remblai et de scellement de constitution semblable qui serviront à isoler le dépôt de l'environnement. Le comportement du dépôt sera surveillé pendant les opérations de mise en place et pendant une longue période post-fermeture.



Conteneur placé dans une boîte tampon.

#5 La géosphère



Le dépôt géologique en profondeur sera excavé dans une formation rocheuse satisfaisant aux exigences techniques et de sûreté les plus rigoureuses.

La géosphère forme une barrière rocheuse naturelle qui protégera le dépôt contre les événements naturels perturbateurs, l'écoulement de l'eau et l'intrusion humaine.

Le dépôt sera construit approximativement à 500 mètres de profondeur; la profondeur exacte dépendra des caractéristiques du site. Il sera excavé dans une formation de roche sédimentaire ou de roche cristalline qui satisfait aux exigences techniques et de sûreté du projet. La formation rocheuse choisie sera peu perméable, ce qui limitera beaucoup le mouvement des eaux souterraines. Les traces d'eau qui existent en profondeur, que l'on appelle l'eau interstitielle, peuvent prendre 1000 ans pour se déplacer d'un mètre à travers la roche et nettement au-delà de 100 000 ans pour atteindre la surface.

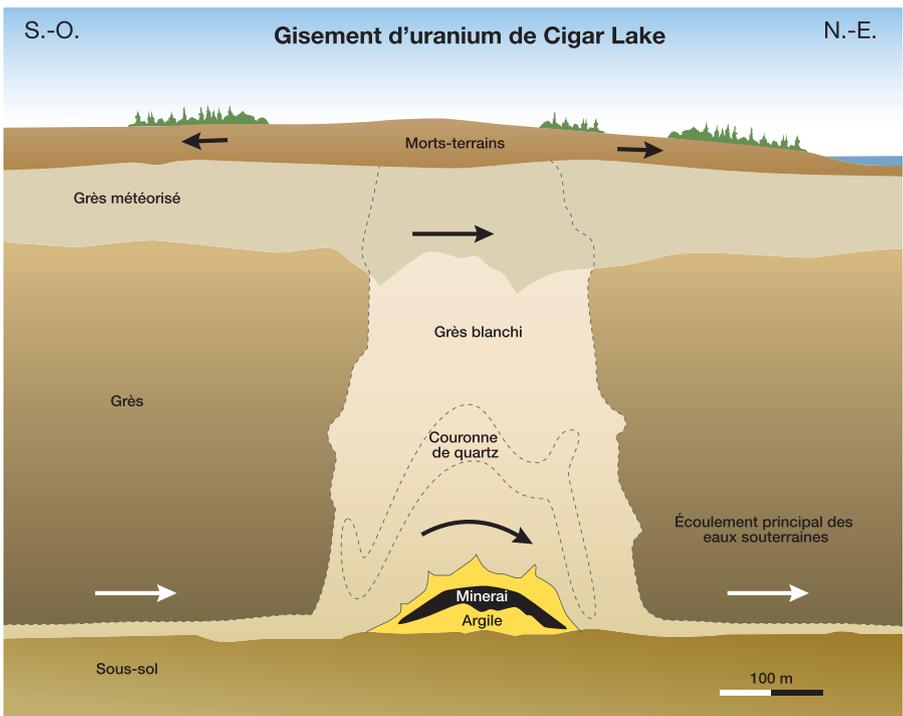
Elle fera en sorte que le dépôt confine et isole de manière sûre le combustible nucléaire irradié, même en cas de circonstances extrêmes.

Exemples dans la nature

Les rayonnements

Il existe plusieurs endroits où la radioactivité naturelle est demeurée confinée pendant des millions d'années par la géologie environnante. Ces systèmes naturels fournissent des éléments de preuve confirmant la validité du concept du confinement au sein d'un dépôt géologique en profondeur qui serait soumis à des conditions semblables.

Le gisement d'uranium de Cigar Lake, en Saskatchewan, existe depuis un milliard d'années. Il se trouve à 450 mètres sous terre et est entouré d'une couche d'argile naturelle qui le protège. On ne relève aucune trace de composés radioactifs à la surface du gisement. Voilà un exemple de la façon dont le dépôt géologique en profondeur pourra confiner et isoler le combustible nucléaire irradié.



L'uranium enseveli à 450 mètres sous terre pendant un milliard d'années ne laisse aucune trace de radioactivité remonter à la surface.

Exemples dans la nature

Le cuivre

Le cuivre est une matière naturelle dont la durabilité dans les conditions qui règnent en profondeur sous terre, où l'oxygène nécessaire à la corrosion est absent, est connue. Par exemple, du minerai de cuivre naturel pur a été extrait autour des Grands Lacs; les Premières nations de cette région prélevaient ce cuivre-là où il affleurait en surface.

De plus, des plaques de cuivre naturelles qui ont été trouvées dans des couches de mudstone dans le Devon du Sud, au R.-U., permettent de prévoir comment se comporteront des conteneurs de combustible nucléaire irradié placés dans un remblai d'argile. Ces plaques de cuivre se sont formées il y a 200 millions d'années et montrent peu de signes de corrosion, en partie en raison de la protection offerte par le mudstone, une pierre très argileuse.



Trouvée dans du mudstone, une pierre très argileuse, cette plaque de cuivre de 12 centimètres âgée de 200 millions d'années présente peu de signes de corrosion.

L'argile

Les arbres de type séquoia de la forêt de Dunarobba, en Italie, ont été emprisonnés dans l'argile pendant 1,5 million d'années. L'argile a en très grande partie empêché l'eau d'atteindre ces arbres qui se sont, par conséquent, très peu décomposés. Ils ne se sont pas fossilisés; ils sont toujours en bois.



Des arbres de type séquoia emprisonnés dans l'argile il y a 1,5 million d'années ne se sont pas décomposés.

Pour plus de renseignements,
veuillez contacter :

Société de gestion des déchets nucléaires

22, avenue St. Clair Est, 6^e étage
Toronto (Ontario) M4T 2S3, Canada
Tél. : 416.934.9814 Sans frais : 1.866.249.6966
Courriel : contactus@nwm.ca
Site Web : www.nwmo.ca

