



ÉTUDE GÉNÉRALE

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE ET LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS AU CANADA

Publication n° 2019-41-F
Le 4 février 2020

Xavier Deschênes-Phillion
Sophie Leduc
Division de l'économie, des ressources et des affaires internationales
Service d'information et de recherche parlementaires

Les *études générales* de la Bibliothèque du Parlement sont des analyses approfondies de questions stratégiques. Elles présentent notamment le contexte historique, des informations à jour et des références, et abordent souvent les questions avant même qu'elles deviennent actuelles. Les études générales sont préparées par le Service d'information et de recherche parlementaires de la Bibliothèque, qui effectue des recherches et fournit des informations et des analyses aux parlementaires ainsi qu'aux comités du Sénat et de la Chambre des communes et aux associations parlementaires, et ce, de façon objective et impartiale.

© Bibliothèque du Parlement, Ottawa, Canada, 2020

*L'énergie nucléaire et la gestion
des déchets radioactifs au Canada
(Étude générale)*

Publication n° 2019-41-F

This publication is also available in English.

TABLE DES MATIÈRES

	RÉSUMÉ	
1	INTRODUCTION.....	1
2	L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DANS LE MONDE ET AU CANADA.....	1
3	LES DÉCHETS RADIOACTIFS	4
3.1	Déchets de faible activité	5
3.2	Déchets de moyenne activité	5
3.3	Déchets de haute activité.....	5
4	LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS AU CANADA.....	6
5	LA GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS	7
5.1	Gestion à long terme des déchets radioactifs de faible et de moyenne activité.....	7
5.1.1	Contexte canadien	7
5.1.1.1	Laboratoires Nucléaires Canadiens	9
5.1.1.2	Ontario Power Generation	10
5.1.1.3	Énergie NB et Hydro-Québec	11
5.2	Gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité.....	11
5.2.1	Contexte canadien	12
5.2.1.1	Gestion adaptative progressive.....	13
6	LES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES POUR RÉDUIRE LES DÉCHETS.....	16
7	CONCLUSION	17



RÉSUMÉ

Une trentaine de pays dans le monde, dont le Canada, utilisent l'énergie nucléaire, laquelle fournit un peu plus de 10 % de l'électricité à l'échelle mondiale. Toutefois, la production de cette énergie génère des déchets radioactifs sans utilisation prévisible et dont la durée de vie radioactive peut atteindre plus d'un million d'années.

Un consensus se dégage donc à l'échelle internationale quant à la nécessité de trouver des solutions permanentes pour l'entreposage à long terme (c.-à-d. le stockage) de ces déchets. Or, comment le Canada gère-t-il ses déchets radioactifs à l'heure actuelle et comment envisage-t-il de les gérer à long terme? De quelle manière les autres pays producteurs d'énergie nucléaire abordent-ils cette question?

Cette étude examine le cadre de gouvernance pour la gestion des déchets radioactifs au Canada et décrit les différents projets de stockage proposés à ce jour ainsi que le processus décisionnel qui les encadre.

Les projets de stockage varient selon les différentes catégories de déchets radioactifs, lesquels exigent un type de confinement et d'isolement spécifique à leur niveau de risque afin de protéger la santé humaine et l'environnement. Par exemple, les déchets de faible activité radioactive, comme les sols contaminés et le matériel utilisé dans les centrales nucléaires, peuvent être entreposés à long terme dans des installations près de la surface. En comparaison, les déchets de haute activité, c'est-à-dire le combustible nucléaire usé, et une partie des déchets de moyenne activité, comme les anciennes pièces de réacteurs nucléaires, pourraient devoir être confinés et isolés dans des dépôts géologiques en profondeur pendant des centaines de milliers d'années, voire des millions d'années.

Au Canada, quatre projets de gestion à long terme des déchets de faible et de moyenne activité devraient voir le jour dans les prochaines années. Trois de ces projets visent à stocker dans des installations près de la surface des déchets de faible activité appartenant aux Laboratoires Nucléaires Canadiens. Deux de ces projets sont déjà en construction (Port Hope et Port Granby) et l'autre en est à la phase d'approbation (Chalk River). Un projet de dépôt géologique en profondeur pour le stockage des déchets de faible et de moyenne activité appartenant à Ontario Power Generation qui était en cours d'approbation a été rejeté dans sa forme actuelle à la suite d'un vote de ratification tenu au sein de la Nation Ojibway de Saugeen. Une solution de rechange devra être envisagée.

En ce qui a trait aux déchets de haute activité, la Société de gestion des déchets nucléaires a été créée en 2002 à titre d'organisme à but non lucratif afin d'élaborer et de mettre en œuvre un plan national de gestion à long terme de l'ensemble du combustible nucléaire usé du Canada. Ce plan, connu sous le nom de la Gestion adaptative progressive, devrait conduire à la sélection d'un site adéquat pour accueillir un dépôt géologique en profondeur.

Par ailleurs, des progrès technologiques pourraient offrir la possibilité de réduire la production de déchets ou de les utiliser de manière plus efficace. Il n'en demeure pas moins que les pays qui ont recours à l'énergie nucléaire doivent envisager de mettre en place un système de gestion à long terme pour isoler de manière sûre les déchets radioactifs.

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE ET LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS AU CANADA

1 INTRODUCTION

L'énergie nucléaire est une source d'approvisionnement en électricité pour une trentaine de pays à travers le monde, dont le Canada¹. Comme pour d'autres types d'énergie, plusieurs facteurs économiques, environnementaux, sociaux et politiques peuvent motiver ou décourager son développement et son utilisation. Par exemple, certains pays choisissent l'énergie nucléaire dans leur transition vers l'énergie propre comme une source d'électricité stable et à faibles émissions de carbone². D'autres soulèvent plutôt des inquiétudes quant à la sûreté, l'acceptabilité sociale et la rentabilité de cette source d'énergie par rapport à d'autres³.

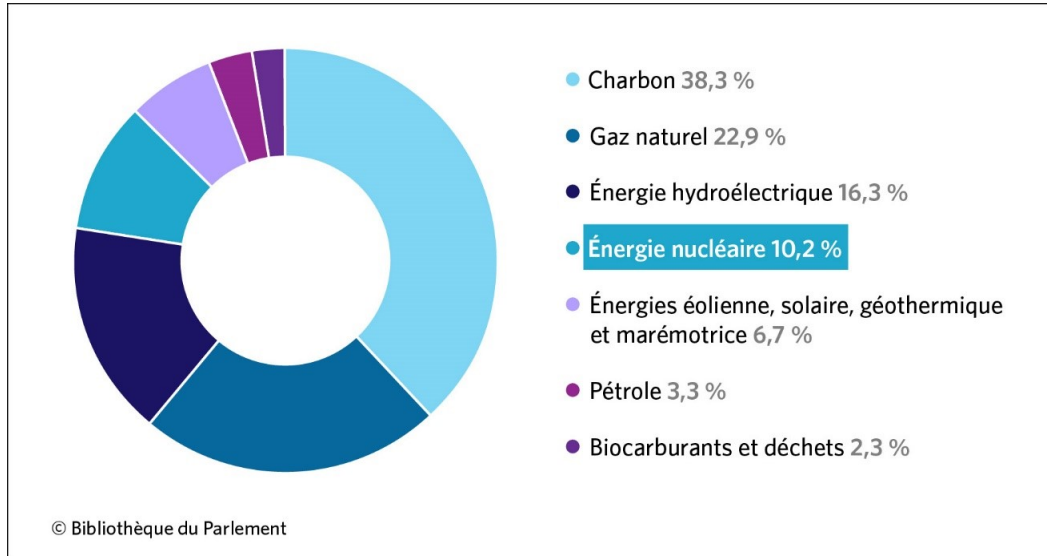
Chaque pays qui a recours à l'énergie nucléaire doit inmanquablement faire face au défi de la gestion des déchets qui en découlent. En effet, les déchets nucléaires se distinguent des déchets générés par d'autres sources d'électricité en raison de leur radioactivité⁴ et des risques qu'ils posent pour la santé humaine et l'environnement s'ils ne sont pas gérés de façon sécuritaire. Leur durée de vie est aussi un facteur important à prendre en considération, car certains d'entre eux peuvent rester radioactifs pendant plus d'un million d'années.

Actuellement, la plupart des déchets radioactifs au Canada sont entreposés dans des installations provisoires. Or, un consensus se dégage à l'échelle internationale quant à la nécessité de trouver des solutions permanentes pour l'entreposage à long terme (c.-à-d. le stockage) de ces déchets, notamment dans des formations géologiques profondes pour les plus radioactifs d'entre eux, tel que le combustible nucléaire usé⁵. Certains projets en ce sens sont au stade de la planification, comme au Canada, tandis que d'autres en sont déjà au stade de la réalisation, comme en Finlande.

2 L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DANS LE MONDE ET AU CANADA

L'énergie nucléaire est la quatrième source d'électricité en importance dans le monde après le charbon, le gaz naturel et l'hydroélectricité. Elle fournit un peu plus de 10 % de l'électricité à l'échelle mondiale (voir la figure 1).

Figure 1 – Production d'électricité dans le monde, par source d'énergie, 2017



Source : Figure préparée par les auteurs à partir de données tirées de Agence internationale de l'énergie, « [Energy Supply](#) », *Data and statistics* [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].

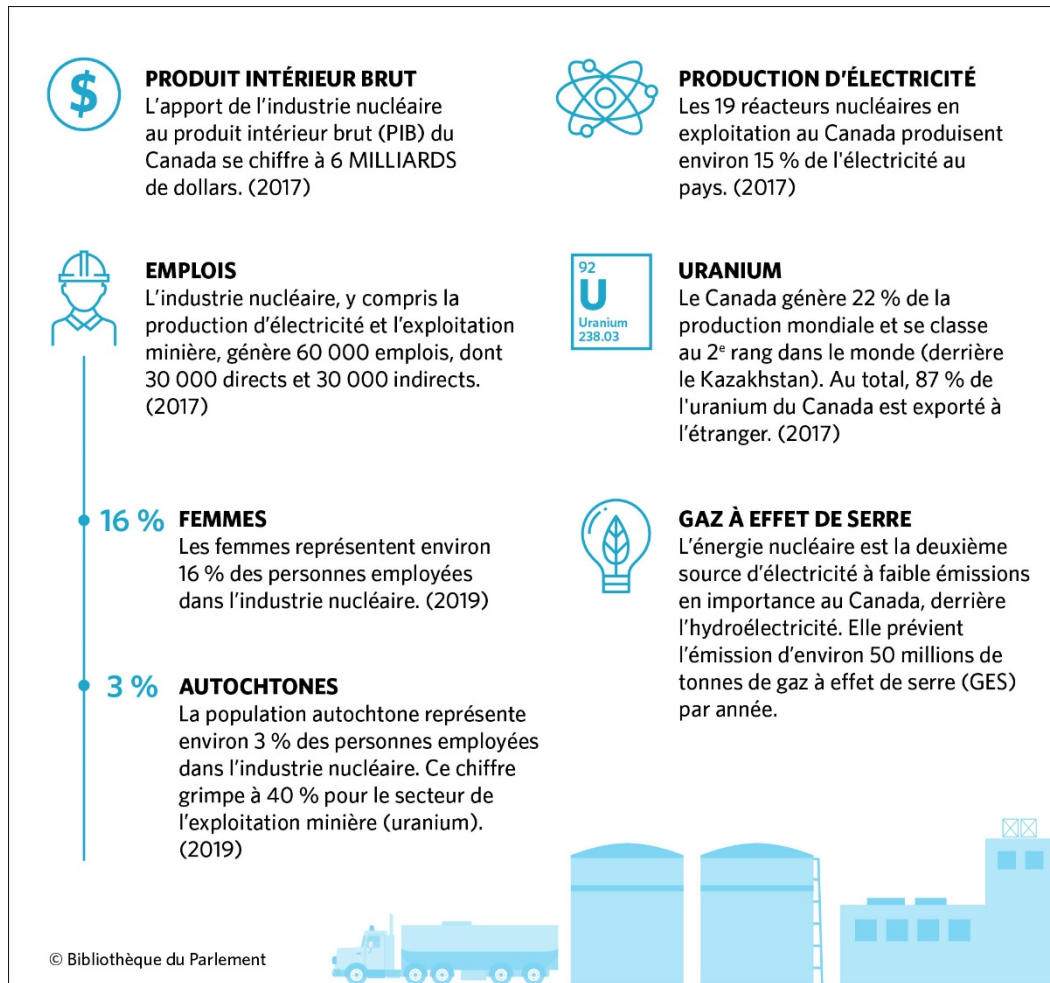
La part de l'énergie nucléaire comme source d'électricité utilisée à travers le monde diminue progressivement depuis la fin des années 1990, alors qu'elle atteignait un peu plus de 17 % de la production mondiale⁶. Une baisse temporaire de la production mondiale d'énergie nucléaire a également été observée à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima, au Japon, en 2011, et la mise en arrêt progressive des réacteurs nucléaires du pays qui s'en est suivie⁷. D'autre part, certains pays envisagent d'abandonner progressivement l'énergie nucléaire, comme l'Allemagne qui s'est dotée d'une politique pour un « tournant énergétique » privilégiant les énergies renouvelables⁸.

À l'inverse, la production d'énergie nucléaire est en croissance dans certaines régions d'Asie, particulièrement en Chine et en Inde, deux pays qui souhaitent réduire leur recours aux énergies fossiles et répondre à la demande nationale croissante en électricité⁹. De plus, une dizaine de pays envisagent de développer de nouveaux programmes nucléaires au cours des 20 prochaines années, ou en sont déjà à l'étape de l'élaboration d'un plan en ce sens¹⁰.

En 2019, environ 450 réacteurs nucléaires étaient exploitables pour la production d'électricité à des fins commerciales et plus de 50 nouveaux réacteurs étaient en construction à l'échelle mondiale¹¹. Les États-Unis sont les principaux producteurs d'énergie nucléaire (avec 32 % de la production mondiale), suivis de la France (avec 15 %) et de la Chine (avec 9 %). Le Canada se classe au sixième rang (avec 4 % de la production mondiale)¹².

L'industrie nucléaire canadienne comprend un ensemble d'entreprises du secteur privé et d'organisations du secteur public, et englobe le cycle complet du combustible nucléaire¹³. Ces activités ont une incidence économique, sociale et environnementale (voir la figure 2).

Figure 2 – Coup d'œil sur l'industrie nucléaire au Canada



Sources : Figure préparée par les auteurs à partir de données tirées de Ressources naturelles Canada (RNCAN), [Le nucléaire au Canada](#), 2017; RNCAN, [Cahier d'information sur l'énergie 2019-2020](#), 2019; et MZConsulting Inc., [Benefits of Nuclear Energy for Canadians](#), octobre 2019.

Au Canada, l'électricité d'origine nucléaire est générée par des réacteurs de type CANDU (CANada Deutérium Uranium) à eau lourde pressurisée utilisant de l'uranium naturel (non enrichi). Cette technologie canadienne est aussi utilisée dans six autres pays à travers le monde¹⁴. Il existe par ailleurs d'autres types d'installations nucléaires au Canada, notamment des mines d'uranium et des usines de concentration d'uranium, des installations de traitement et de production de combustibles ainsi que centres de recherche nucléaire¹⁵.

Outre la production d'électricité, la technologie nucléaire est également utilisée à des fins médicales (p. ex. traitement du cancer), dans les secteurs de l'alimentation et de l'agriculture (p. ex. irradiation des aliments) et dans de nombreux procédés industriels¹⁶.

Quelles que soient les applications du nucléaire, chacune d'entre elles génère différents types de déchets radioactifs.

3 LES DÉCHETS RADIOACTIFS

Les déchets radioactifs (ou déchets nucléaires) sont définis comme « toute matière solide, liquide ou gazeuse qui contient une substance nucléaire radioactive et qui n'a aucune utilisation prévisible¹⁷ ». Au Canada, ils sont classés en quatre catégories : 1) déchets des mines et des usines de concentration d'uranium; 2) déchets radioactifs de faible activité; 3) déchets radioactifs de moyenne activité; et 4) déchets radioactifs de haute activité¹⁸. La classification des déchets radioactifs est établie « en fonction du degré de confinement et d'isolation requis » et du « danger que pourraient présenter les divers types de déchets radioactifs¹⁹ ».

Qui plus est, ce n'est pas le volume des déchets, mais bien leur radioactivité, qui détermine le niveau de risque. Le tableau 1 présente un inventaire des déchets radioactifs au Canada.

Tableau 1 – Inventaire des déchets radioactifs au Canada

Type de déchets	Inventaire des déchets à la fin de 2016	Inventaire des déchets projeté en 2050	Inventaire des déchets projeté en 2100
Déchets des mines et des usines de concentration d'uranium	387 millions de tonnes	s.o. ^a	s.o. ^a
Déchets radioactifs de faible activité	2 395 385 m ³ (944 piscines olympiques ^b)	2 768 635 m ³	3 095 035 m ³
Déchets radioactifs de moyenne activité	33 155 m ³ (14 piscines olympiques)	58 430 m ³	82 824 m ³
Déchets radioactifs de haute activité	11 089 m ³ (5 piscines olympiques)	20 262 m ³	21 835 m ³

Notes : a. Aucune projection n'est disponible pour les déchets des mines et des usines de concentration d'uranium, car l'inventaire dépend des niveaux de production.

b. Une piscine olympique équivaut à 2 500 m³.

Source : Tableau préparé par les auteurs à partir de données tirées de Ressources naturelles Canada, [Inventaire des déchets radioactifs au Canada 2016](#), 2018, p. 10.

Les déchets des mines et des usines de concentration d'uranium ont de faibles niveaux de radioactivité et, de ce fait, leurs conditions de traitement sont différentes de celles prévues pour les autres types de déchets radioactifs. En effet, les déchets associés à l'extraction et au traitement de l'uranium sont gérés sur les sites miniers et confinés à

long terme par submersion ou recouvrement, deux techniques qui permettent de « réduire la production d'acide et l'émission de rayons gamma et de radon²⁰ ».

3.1 DÉCHETS DE FAIBLE ACTIVITÉ

Au Canada, les déchets de faible activité sont en majorité des déchets historiques hérités de plus de 60 années de recherche nucléaire effectuée par le gouvernement (installations de recherche désuètes, sols contaminés, etc.)²¹. Pour le reste, il s'agit surtout de « l'équipement contaminé par les activités d'exploitation des centrales nucléaires », comme les câbles, les vêtements de protection et les outils²². À l'échelle mondiale, ce type de déchets représente environ 95 % du volume de l'ensemble des déchets radioactifs, mais à peine 2 % de la radioactivité totale de ceux-ci²³. Leur période radioactive (ou demi-vie), à savoir le temps nécessaire pour que la radioactivité d'une substance diminue jusqu'à la moitié de sa valeur, est généralement inférieure à 30 ans²⁴. À long terme, ils peuvent être stockés dans des installations près de la surface, comme des monticules de confinement artificiels ou des fosses aménagées munis de membranes de fond et d'une couverture étanche.

Certains États envisagent aussi de stocker leurs déchets de faible activité dans un dépôt géologique en profondeur qui servirait également au stockage de déchets de moyenne ou haute activité. Cette approche viserait à réduire le nombre de sites de stockage présents sur un territoire donné et de simplifier la gestion des déchets à long terme²⁵. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) considère toutefois que le co-stockage des déchets pourrait accroître la complexité lors de la conception des dépôts géologiques profonds²⁶.

3.2 DÉCHETS DE MOYENNE ACTIVITÉ

Les déchets de moyenne activité comprennent surtout d'anciennes pièces de réacteurs nucléaires et certaines sources radioactives utilisées en radiothérapie. Ils contiennent de 3 à 5 % de la radioactivité de tous les déchets radioactifs²⁷. Certains déchets de moyenne activité à courte période radioactive peuvent être stockés près de la surface. Cependant, la plupart de ces déchets, qui ont une longue période radioactive, doivent quant à eux être confinés dans des installations à des profondeurs intermédiaires (de quelques dizaines à quelques centaines de mètres)²⁸.

3.3 DÉCHETS DE HAUTE ACTIVITÉ

Les déchets de haute activité ont trait au combustible nucléaire usé (ou irradié). Ils contiennent environ 95 % de la radioactivité de l'ensemble des déchets radioactifs²⁹. Une période d'environ un million d'années est nécessaire pour que le combustible usé retrouve le niveau de radioactivité de l'uranium naturel³⁰. À la fin de leur vie utile, ces déchets sont entreposés dans des piscines de refroidissement, puis isolés dans des conteneurs de stockage à sec en attendant d'être stockés de manière permanente dans

un dépôt géologique profond, c'est-à-dire dans « des formations géologiques profondes et stables à des profondeurs de plusieurs centaines de mètres ou plus sous la surface³¹ ».

4 LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS AU CANADA

Le secteur nucléaire au Canada relève principalement du gouvernement fédéral, qui est responsable de l'élaboration de politiques, de la recherche et du développement ainsi que de la réglementation de l'énergie et des matières nucléaires, y compris la gestion des déchets radioactifs³². Toutefois, la décision d'investir ou non dans ce secteur revient aux provinces, qui ont la responsabilité de cibler les approches et les technologies à utiliser pour leur approvisionnement en électricité³³.

Depuis 1996, le Canada est doté d'une Politique-cadre en matière de déchets radioactifs qui prévoit un ensemble de politiques, de lois, d'organisations responsables ainsi que de principes régissant les dispositions institutionnelles et financières pour la gestion des déchets radioactifs au pays³⁴. Un principe clé de cette gestion est celui du « pollueur-payeur », qui signifie que les producteurs et les propriétaires de déchets radioactifs sont responsables de la gestion de ces derniers et du financement qui y est associé³⁵. Cette politique prévoit par ailleurs que les dispositions peuvent varier selon le type de déchets. En effet, les déchets historiques de faible activité relèvent plutôt de la compétence du gouvernement fédéral.

La gestion des déchets radioactifs au Canada est principalement régie par deux lois fédérales. D'une part, la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*³⁶ et ses règlements d'application constituent le cadre réglementaire en matière d'énergie nucléaire au Canada. En vertu de cette loi, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) est l'organisme fédéral indépendant responsable de la réglementation, de l'autorisation et de la surveillance des activités et des installations nucléaires au Canada, y compris pour les déchets radioactifs³⁷.

D'autre part, la *Loi sur les déchets de combustible nucléaire*³⁸ fournit un cadre pour permettre au gouvernement fédéral de prendre des décisions en matière de gestion des déchets de combustible nucléaire au Canada. En vertu de cette loi, la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) a été créée en 2002 afin d'élaborer et de mettre en œuvre le plan de gestion à long terme de ces déchets³⁹.

Enfin, à titre de pays producteur et utilisateur d'énergie nucléaire, le Canada est tenu de respecter les conventions internationales auxquelles il a adhéré et qui visent à encadrer le secteur nucléaire. Par exemple, la *Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs* est un instrument international juridiquement contraignant en matière de déchets radioactifs⁴⁰. En vertu de cette convention, le Canada doit se soumettre périodiquement à une évaluation réalisée par des pairs concernant son programme national de gestion

du combustible usé et des déchets radioactifs⁴¹. La dernière évaluation s'est déroulée en 2018⁴².

Ce cadre international sur la sûreté nucléaire est administré par l'AIEA, qui élabore aussi des normes de sûreté, notamment sur le stockage définitif des déchets radioactifs et sur la sûreté des installations du cycle du combustible nucléaire⁴³.

5 LA GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Différentes solutions de stockage à long terme des déchets radioactifs existent à travers le monde. Celles-ci varient en fonction de plusieurs facteurs, notamment le type et la quantité de déchets nucléaires, le cadre législatif national en vigueur et les formations géologiques présentes dans le pays.

5.1 GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS DE FAIBLE ET DE MOYENNE ACTIVITÉ

Plusieurs installations de gestion à long terme des déchets radioactifs de faible et de moyenne activité sont en exploitation dans le monde, mais les stratégies de gestion de ces déchets varient. Certains pays, dont la France et l'Espagne, ont priorisé à ce jour le stockage des déchets de faible activité et de certains déchets de moyenne activité à courte période radioactive dans des installations près de la surface⁴⁴. D'autres, comme la Finlande, ont fait le choix de stocker ces types de déchets dans des dépôts géologiques en profondeur⁴⁵.

Aux États-Unis, les déchets de faible et de moyenne activité sont stockés séparément. À ce jour, cinq sites près de la surface sont consacrés au stockage des déchets de faible activité issus de l'énergie nucléaire d'origine civile. Le seul dépôt géologique en profondeur en exploitation dans ce pays est destiné uniquement aux déchets radioactifs d'origine militaire de moyenne activité à longue période radioactive⁴⁶.

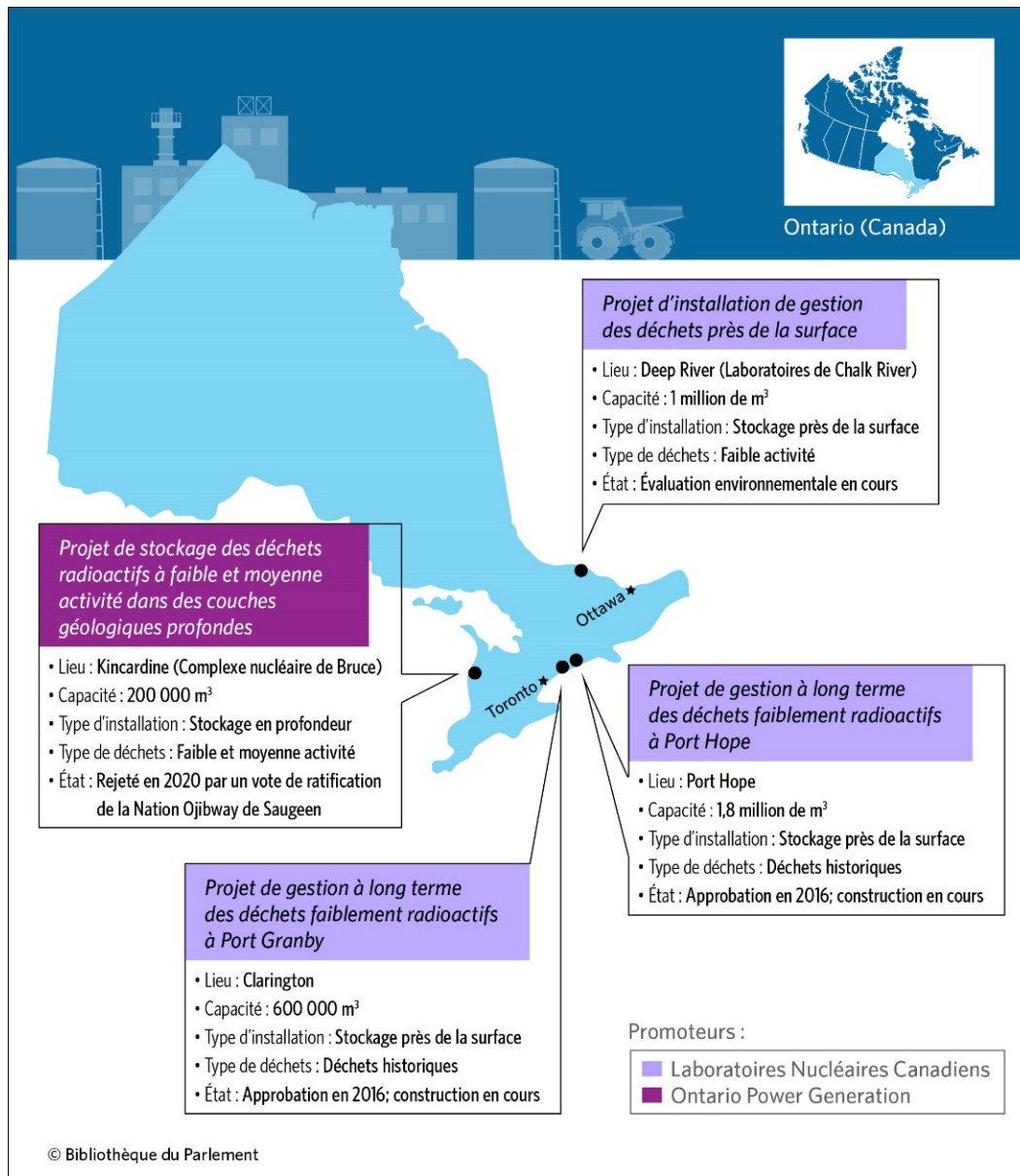
Il est par ailleurs envisageable que différentes stratégies de gestion émergent dans un même pays, notamment si la responsabilité à l'égard de la gestion des déchets radioactifs est partagée entre plusieurs organisations. C'est d'ailleurs le cas au Canada, où trois projets de stockage à long terme des déchets de faible activité près de la surface et un projet de dépôt géologique en profondeur pour les déchets de faible et moyenne activité sont prévus.

5.1.1 Contexte canadien

Quatre projets de gestion à long terme des déchets radioactifs de faible et de moyenne activité ont été proposés au cours des dernières années au Canada (voir la figure 3). Ces projets permettraient aux deux principaux gestionnaires de déchets radioactifs au

Canada (Laboratoires Nucléaires Canadiens [LNC] et Ontario Power Generation) de stocker 3,6 millions de m³ de déchets radioactifs.

Figure 3 – Projets de gestion à long terme des déchets de faible et de moyenne activité au Canada



Sources : Figure préparée par les auteurs à partir de données tirées de Gouvernement du Canada, [Projet de stockage de déchets radioactifs à faible et moyenne activité dans des couches géologiques profondes](#); Gouvernement du Canada, [Projet d'installation de gestion des déchets près de la surface](#); Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), « [Projet de gestion des déchets radioactifs de faible activité de Port Hope \(RNCan\)](#) », *ÉE achevées*; et CCSN, « [Le projet de gestion à long terme des déchets faiblement radioactifs à Port Granby](#) », *ÉE achevées*.

5.1.1.1 Laboratoires Nucléaires Canadiens

Au Canada, les déchets historiques et ceux des installations de recherche nucléaire (dont les réacteurs prototypes) sont la propriété du gouvernement fédéral, qui a confié leur gestion à une société d'État, Énergie atomique du Canada limitée (EACL). En 2016, ces types de déchets représentaient 94 % des déchets de faible activité (dont 71 % sont des déchets historiques) et 62 % des déchets de moyenne activité au Canada⁴⁷.

À la suite de la décision du gouvernement du Canada de restructurer EACL, les Laboratoires Nucléaires Canadiens (LNC) ont été créés en 2014 à titre d'organisme gouvernemental exploité par un entrepreneur afin d'assurer la gestion à long terme des déchets radioactifs historiques du Canada⁴⁸. De 2009 à 2015, EACL a par ailleurs fait l'objet d'une restructuration durant laquelle la vaste majorité des employés de la société d'État ainsi que les permis d'exploitation ont été transférés aux LNC⁴⁹. EACL est désormais chargée, entre autres, de surveiller les activités de déclasserment et de gestion des déchets confiées aux LNC⁵⁰.

Les LNC ont pour leur part hérité de l'Initiative de la région de Port Hope⁵¹, initialement gérée par Ressources naturelles Canada, qui comporte deux projets (celui de Port Granby et celui de Port Hope) visant à gérer à long terme les déchets historiques de faible activité et à assainir les sites contaminés de cette région⁵². Les projets de Port Granby et de Port Hope ont chacun été soumis à un processus d'évaluation environnementale initié en 2001⁵³. La CCSN a accordé une approbation réglementaire dans les deux cas⁵⁴.

En 2012, le gouvernement du Canada a annoncé qu'il investirait 1,28 milliard de dollars sur dix ans pour la phase de mise en œuvre de ces deux projets⁵⁵. Les travaux de construction des monticules de confinement ont débuté en 2016 et le recouvrement ainsi que la fermeture du monticule de chacun des deux sites devraient être complétés d'ici 2023-2024. Après la fermeture des sites, les LNC prévoient une phase de surveillance et d'entretien qui devrait durer « des centaines d'années⁵⁶ ».

Les LNC proposent également de construire un monticule de confinement près de la surface à Chalk River, au nord-ouest d'Ottawa, afin d'entreposer 1 million de m³ de déchets radioactifs de faible activité pour une période minimale de 50 ans⁵⁷. Près de 90 % des déchets proviendraient des laboratoires de recherche et des installations nucléaires de Chalk River, où se situent les plus grands laboratoires nucléaires au Canada. Les autres déchets proviendraient des laboratoires de Whiteshell, au Manitoba, ainsi que d'universités et d'hôpitaux canadiens. En raison d'une modification au projet, l'évaluation environnementale initiée en 2016 est toujours en cours⁵⁸.

5.1.1.2 Ontario Power Generation

Ontario Power Generation (OPG) est la plus grande compagnie d'électricité de l'Ontario et possède 19 des 22 réacteurs CANDU du Canada. En 2016, OPG était responsable de 4 % des déchets radioactifs de faible activité et de 36 % des déchets radioactifs de moyenne activité au pays⁵⁹. Ressources naturelles Canada prévoit par ailleurs que la quantité de déchets radioactifs que gère OPG augmentera au cours des prochaines années, à mesure que les réacteurs nucléaires des centrales de Bruce, Darlington et Pickering devront être déclassés⁶⁰.

Afin de disposer de façon permanente de ses déchets de faible et de moyenne radioactivité, OPG a proposé de construire un dépôt géologique à 680 mètres de profondeur sur le site de la centrale nucléaire de Bruce, à Kincardine, qui se trouve sur le territoire traditionnel des Chippewas de la Première Nation de Saugeen et des Chippewas de la Première Nation non cédée de Nawash (collectivement désignés comme constituant la Nation Ojibway de Saugeen)⁶¹. Le projet d'OPG a d'abord été soumis en 2006 à l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (maintenant connue sous le nom d'Agence d'évaluation d'impact du Canada), puis cette dernière et la CCSN ont créé en 2012 une commission d'examen conjoint (CEC) afin d'évaluer les impacts environnementaux potentiels du projet⁶².

En mai 2015, après deux ans d'audiences publiques, la CEC a rendu une décision favorable accompagnée de 97 recommandations, présentées dans un rapport. Elle a ainsi conclu que le projet d'OPG « ne devrait pas entraîner d'effets néfastes importants sur l'environnement » si les mesures d'atténuation recommandées sont adéquatement appliquées⁶³. La ministre fédérale de l'Environnement de l'époque ne s'était pas prononcée sur ce projet avant l'élection fédérale de l'automne 2015.

En 2016, le gouvernement fédéral nouvellement élu a décidé de prolonger de 243 jours le délai pour la publication d'une déclaration de décision afin de se donner le temps d'évaluer les conclusions de la CEC⁶⁴. En 2017, la ministre de l'Environnement et du Changement climatique de l'époque a envoyé une lettre à OPG leur demandant de mener davantage de consultations auprès de la Nation Ojibway de Saugeen et d'évaluer les effets cumulatifs potentiels du projet sur cette communauté. La ministre a notamment souligné l'importance d'obtenir l'appui de cette communauté autochtone pour la poursuite du projet. Elle a également mentionné que sa décision finale serait fondée non seulement sur la science, mais aussi sur le savoir traditionnel autochtone⁶⁵.

À cet égard, OPG s'est engagée à ne pas aller de l'avant avec son projet sans le consentement de la Nation Ojibway de Saugeen⁶⁶. L'entreprise a ainsi organisé 22 rencontres publiques avec des membres de cette communauté entre février et novembre 2019 afin de discuter du projet proposé⁶⁷. Le 31 janvier 2020, un vote de ratification a été organisé par la Nation Ojibway de Saugeen afin de permettre à tous les membres de la communauté âgés d'au moins 16 ans de s'exprimer au sujet du

projet de dépôt géologique en profondeur d'OPG. Parmi les 1 232 membres qui ont participé au plébiscite, 1 058 ont voté contre le projet⁶⁸. À la lumière de ce résultat, OPG a annoncé qu'elle mettra fin au projet dans sa forme actuelle et qu'elle cherchera une solution de rechange⁶⁹.

5.1.1.3 Énergie NB et Hydro-Québec

Les compagnies d'électricité Énergie NB et Hydro-Québec, chacune propriétaire d'un réacteur CANDU, n'ont pas de plan définitif quant à la gestion à long terme de leurs déchets radioactifs. Toutefois, elles poursuivent les discussions avec des partenaires de l'industrie au sujet d'un éventuel site de stockage permanent dont l'emplacement reste à déterminer⁷⁰. À cet effet, ces deux compagnies publiques participent à des groupes de travail et de pairs sur le déclasserment et la gestion des déchets à titre de membres du Groupe des propriétaires de CANDU⁷¹. Ensemble, ces deux compagnies étaient responsables en 2016 de la gestion d'environ 2 % des déchets moyennement radioactifs et de moins de 1 % des déchets faiblement radioactifs au Canada⁷².

5.2 GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS DE HAUTE ACTIVITÉ

Contrairement à ce qui est fait en matière de gestion des déchets de faible et de moyenne activité, aucun projet de stockage à long terme des déchets hautement radioactifs (combustible usé) n'est opérationnel dans le monde. Depuis quelques décennies, plusieurs organisations et pays, dont le Canada, ont participé à des recherches pour trouver des solutions en vue du stockage à long terme du combustible usé⁷³.

Par ailleurs, le stockage permanent dans des dépôts géologiques en profondeur est largement reconnu au sein de la communauté scientifique internationale et des pays producteurs d'énergie nucléaire comme l'option à privilégier pour contenir le combustible usé⁷⁴. De tels dépôts seraient construits dans des formations géologiques stables où la protection est assurée par un « système à barrières multiples », composé de barrières à la fois naturelles (comme la roche, le sel et l'argile) et ouvragées (comme les pastilles, les éléments et les conteneurs de combustible)⁷⁵.

À ce jour, seuls quelques pays en sont à un stade avancé de développement de ce type de projet – c'est notamment le cas de la Finlande, de la France et de la Suède, où des sites ont déjà été trouvés.

La Finlande est le seul pays à avoir commencé la construction d'un dépôt géologique en profondeur⁷⁶. En effet, la société Posiva, une organisation spécialisée responsable du stockage du combustible usé des deux centrales nucléaires en Finlande, a obtenu son permis de construction en 2015 pour le projet ONKALO⁷⁷. Situé dans les formations rocheuses de l'île d'Olkiluoto (où se trouve également une centrale nucléaire), le dépôt

est construit à une profondeur d'environ 450 m et devrait être opérationnel en 2020, et ce pour une période pouvant atteindre un siècle⁷⁸. Le combustible utilisé sera encapsulé dans des conteneurs en cuivre résistants à la corrosion qui seront pour leur part entourés d'une couche argileuse gonflante⁷⁹.

Avant que le gouvernement approuve ce projet, celui-ci a d'abord reçu l'aval de la municipalité hôte (Eurajoki) et de l'autorité de sûreté et de radioprotection de la Finlande. Eurajoki disposait d'ailleurs d'un droit de veto sur la question. Le Parlement finlandais a ensuite ratifié la décision du gouvernement avec une large majorité⁸⁰.

La plupart des autres pays qui envisagent de construire un dépôt géologique en profondeur pour le combustible utilisé en sont plutôt au stade de développement d'un projet ou d'identification d'un site potentiel, comme c'est le cas pour le Canada.

5.2.1 Contexte canadien

Au Canada, le combustible nucléaire utilisé (ou déchets radioactifs de haute activité) est actuellement entreposé dans différentes installations provisoires conçues à cet effet et est géré par l'exploitant de la centrale nucléaire. Lorsque le combustible utilisé est retiré d'un réacteur, il est placé dans une piscine de refroidissement pour une période variant de sept à dix ans afin de réduire leur niveau de chaleur et de radioactivité. Il est ensuite transféré dans un conteneur ou un silo de stockage à sec en béton qui sont placés dans des installations en surface sur le site du réacteur⁸¹.

Dans les années 1970, le gouvernement fédéral et celui de l'Ontario ont mandaté EACL afin qu'elle élabore un concept de stockage permanent du combustible utilisé dans une formation géologique profonde⁸².

À la fin des années 1980, deux comités permanents de la Chambre des communes ont étudié la question et formulé plusieurs recommandations concernant le financement et la gouvernance du programme canadien de gestion des déchets de combustible nucléaire⁸³.

Durant cette même période, une commission indépendante d'évaluation environnementale a été créée afin d'examiner le concept d'un dépôt géologique en profondeur et de formuler des recommandations pour la gestion du combustible utilisé au Canada⁸⁴. À la fin de son étude qui s'est étendue sur une décennie, cette commission a conclu que la réussite de la gestion à long terme du combustible utilisé repose non seulement sur la sûreté du projet, mais également sur son acceptabilité sociale⁸⁵. À l'issue des travaux de cette commission, « il est apparu clair que le gouvernement du Canada devait mettre en place un mécanisme pour assurer l'élaboration et l'exécution d'une approche de gestion à long terme du combustible utilisé canadien⁸⁶ ». Étant donné le volume restreint de ce combustible au Canada, « il a été déterminé qu'une solution nationale servirait au mieux les intérêts des Canadiens⁸⁷ ».

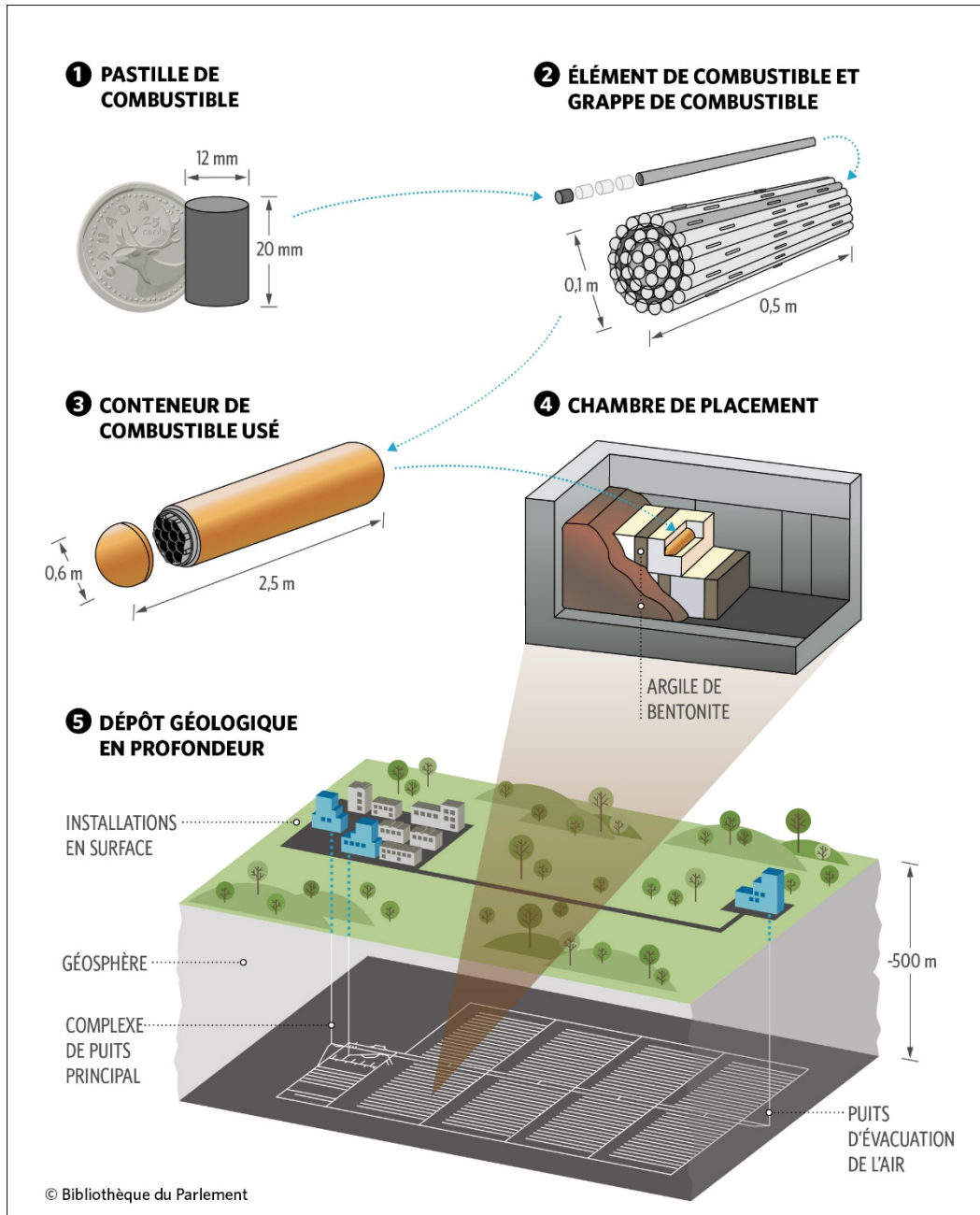
5.2.1.1 Gestion adaptative progressive

En vertu de la *Loi sur les déchets de combustible nucléaire*, les propriétaires de déchets de combustible nucléaire (Énergie NB, Hydro-Québec, OPG et EACL) ont créé la SGDN. La gouvernance de la SGDN est assurée par les sociétés membres (Énergie NB, Hydro-Québec et OPG), un conseil d'administration qui supervise la SGDN et dirige l'élaboration de ses orientations stratégiques, ainsi qu'un conseil consultatif qui examine ses travaux et lui fournit des conseils⁸⁸.

Le mandat de la SGDN est d'élaborer et de mettre en œuvre un plan de gestion à long terme pour tout le combustible utilisé au Canada. La SGDN a donc étudié trois méthodes et retenu celle connue sous le nom de Gestion adaptative progressive (GAP)⁸⁹. La GAP a été approuvée par le gouvernement fédéral en 2007, à la suite d'une consultation publique de trois ans (2002 à 2005)⁹⁰. Ce système de gestion se veut « un processus de décision progressif » pouvant s'adapter « aux progrès de la technologie et de la recherche, au savoir autochtone et aux valeurs sociétales », notamment par la concertation du public et l'apprentissage continu⁹¹.

La GAP exige que le combustible utilisé soit contenu et isolé dans un dépôt géologique en profondeur. Il s'agira d'un réseau de tunnels souterrains et de salles réservées au stockage du combustible utilisé ainsi que d'aires servant, entre autres, à des installations de maintenance et de surveillance. Le dépôt sera construit dans une formation stable de roche sédimentaire ou cristalline, à une profondeur d'environ 500 m au-dessous du niveau du sol, et d'une superficie d'approximativement 2 km sur 3 km⁹². Le système à barrières multiples comprend notamment la pastille de combustible, l'élément de combustible et la grappe de combustible, le conteneur de combustible nucléaire utilisé, l'argile de bentonite et la géosphère⁹³ (voir la figure 4).

Figure 4 – Les étapes du système à barrières multiples pour le stockage à long terme du combustible nucléaire usé



Sources : Figure préparée par les auteurs à partir de données tirées de Association nucléaire canadienne, *L'aide-mémoire du nucléaire au Canada 2019*, p. 50; et Société de gestion des déchets nucléaires, *Garantir la sûreté : Le système à barrières multiples*, document d'information, 2015.

La GAP sera mise en œuvre sur une période de plusieurs décennies selon un processus en six phases :

1. sélection d'un site et approbation réglementaire;
2. préparation du site et construction des installations;
3. exploitation;
4. surveillance prolongée;
5. déclassement et fermeture;
6. surveillance post-fermeture⁹⁴.

Bien que l'intention première du stockage dans un dépôt géologique en profondeur soit de ne pas retirer le combustible usé, une des caractéristiques de la GAP est le concept de « récupérabilité » du combustible usé. Il s'agit de permettre le retrait du combustible usé durant toutes les phases du projet, notamment pour des raisons de sûreté⁹⁵. Selon le calendrier de planification, l'exploitation d'un dépôt pourrait débuter d'ici 2040⁹⁶. La SGDN estime que

le coût du cycle de vie entier de la Gestion adaptative progressive (GAP) – du début du processus de sélection d'un site, en 2010, jusqu'à l'achèvement du projet – sera d'environ 23 milliards \$ (en dollars de 2015). Cela comprend les coûts déjà acquittés et tient compte des 160 années et plus de cycle de vie de l'installation⁹⁷.

La SGDN a ciblé plusieurs principes directeurs afin de guider la sélection d'un site pour un dépôt géologique en profondeur. Ces principes sont notamment la sûreté, l'importance de satisfaire aux exigences réglementaires ou de les dépasser, la participation au processus de décision, le respect des droits, traités et revendications territoriales autochtones ainsi que l'adhésion d'une collectivité hôte informée et consentante⁹⁸.

Par ailleurs, le processus de sélection d'un site comprend neuf étapes, y compris le lancement du processus, la présélection des collectivités, les évaluations préliminaires auprès des collectivités, ainsi que la confirmation par la collectivité hôte, l'approbation réglementaire, la construction et l'exploitation du site⁹⁹. Au départ, 22 collectivités ont manifesté leur intérêt à l'égard du projet – certaines se sont maintenant retirées et d'autres ont été éliminées à la suite des études réalisées¹⁰⁰. En date du 4 février 2020, deux régions hôtes potentielles de l'Ontario étaient toujours en lice : le canton d'Ignace et la municipalité de South Bruce.

Avant de procéder à la sélection définitive d'un site (prévue en 2023), la SGDN devra obtenir une confirmation de consentement de la collectivité hôte visée. De plus, « le projet n'ira de l'avant que dans le cadre d'une collaboration entre la collectivité, les collectivités des Premières [N]ations et métisses de la région et les collectivités

environnantes à sa mise en œuvre¹⁰¹ ». La SGDN devra aussi démontrer que le projet répond aux exigences réglementaires de sûreté établies par la CCSN, dont celles « incluses dans les critères utilisés pour évaluer l'aptitude des sites au début du processus de sélection d'un site¹⁰² ».

Une fois ces exigences satisfaites, le processus d'examen réglementaire se poursuivra et comprendra l'application d'un système complet d'autorisation à chaque étape du cycle de vie du dépôt¹⁰³. La CCSN aura la responsabilité de déterminer si toutes les exigences réglementaires sont satisfaites, mais elle ne « pourra prendre une décision relative aux permis qu'après qu'un processus d'évaluation environnementale soit complété avec succès¹⁰⁴ ».

6 LES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES POUR RÉDUIRE LES DÉCHETS

Au Canada comme à l'échelle internationale, un des principes directeurs de la gestion des déchets radioactifs consiste à en réduire la production. À cette fin, l'industrie nucléaire a développé des techniques de retraitement (ou recyclage) du combustible usé et poursuit ses recherches dans le but de développer deux procédés : la séparation et la transmutation¹⁰⁵. Ces procédés permettraient respectivement de séparer certaines matières radioactives du combustible usé et de réduire la période radioactive des déchets de haute activité¹⁰⁶.

Des technologies de retraitement sont utilisées ou prévues dans certains pays afin de réutiliser le combustible nucléaire usé des réacteurs à eau légère (qui fonctionnent à l'uranium enrichi)¹⁰⁷.

Des recherches sont en cours en Chine afin de démontrer que les réacteurs CANDU (qui fonctionnent à l'uranium naturel) « peuvent recycler du carburant usagé provenant d'autres centrales nucléaires, afin de réduire le volume des déchets nucléaires¹⁰⁸ ». Cela dit, une telle opération serait complexe au Canada dans le contexte actuel puisque cela exigerait la construction de nouveaux réacteurs à eau légère ou l'importation de combustible usé issu d'uranium enrichi.

Quant aux technologies de séparation et de transmutation, bien qu'elles permettraient de réduire la quantité de déchets radioactifs à haute activité, elles ne les élimineraient pas complètement.

Ces trois procédés comportent d'importants défis de nature technique et financière¹⁰⁹. Certains pays, comme la Suède, ont d'ailleurs cessé le retraitement du combustible usé, tandis que d'autres, comme le Royaume-Uni, envisagent de cesser d'y recourir « en raison du coût moindre de stocker directement le combustible irradié dans un dépôt géologique en profondeur¹¹⁰ ».

Consciente des défis associés à la gestion à long terme des déchets radioactifs, l'industrie nucléaire cherche à diminuer la production de déchets à la source et à réduire leur niveau de radioactivité. D'une part, des recherches sont en cours pour développer une nouvelle génération de réacteurs à fission nucléaire (génération IV) afin d'améliorer « l'efficacité de la production d'énergie à partir du combustible nucléaire et de réduire sensiblement la teneur en déchets nucléaires du combustible épuisé ¹¹¹ ». D'autre part, des recherches se poursuivent afin de développer des réacteurs à fusion nucléaire de manière à éviter la production de déchets radioactifs à longue période radioactive ¹¹².

Certains modèles de petits réacteurs modulaires en cours de développement pourraient aussi « réduire les quantités de déchets radioactifs des réacteurs existants en fermant le cycle de combustible, ce qui permet de traiter le combustible utilisé et de partiellement le réutiliser ¹¹³ ». Le Canada a développé une Feuille de route sur les petits réacteurs modulaires et s'est engagé auprès du Forum international Génération IV, à collaborer à la recherche et au développement de la prochaine génération de réacteurs nucléaires.

7 CONCLUSION

Une part importante des déchets radioactifs dans le monde est actuellement entreposée dans des installations temporaires et la gestion à long terme de ces déchets est un enjeu important pour l'industrie nucléaire. Bien que des progrès technologiques pourraient offrir la possibilité de réduire la production de déchets ou de les utiliser de manière plus efficace, les pays qui ont recours à l'énergie nucléaire doivent envisager de mettre en place un système de gestion à long terme pour isoler de manière sûre les déchets radioactifs. De nombreuses années de recherches ont permis de cerner différentes solutions en fonction du type de déchet et du contexte de chaque pays.

En ce qui a trait à la gestion à long terme du combustible usé, plusieurs pays, dont le Canada, ont opté pour des dépôts géologiques en profondeur et en sont à différentes étapes du processus, qu'il s'agisse de la conceptualisation ou encore de la construction du projet. Pour la plupart, la forme définitive du projet (y compris le système de gestion et la sélection du site) reste toujours à déterminer.

Au Canada, comme dans plusieurs pays à la recherche d'un site approprié pour un dépôt géologique en profondeur, la participation et l'adhésion des collectivités environnantes seront essentielles à la mise en œuvre d'un tel projet.

NOTES

1. World Nuclear Association (WNA), [Nuclear Power in the World Today](#).

2. L'énergie nucléaire est considérée comme une source d'énergie à faibles émissions de carbone, si l'on tient compte des émissions sur le cycle de vie complet, c'est-à-dire de l'exploitation des mines d'uranium au déclassement des centrales nucléaires. La production d'électricité par l'énergie nucléaire est quant à elle sans émission. Voir Association nucléaire canadienne (ANC), [Pourquoi l'énergie nucléaire](#); et Ressources naturelles Canada (RNCCan), [L'industrie nucléaire canadienne et ses retombées économiques](#).
3. Agence internationale de l'énergie (AIE), [Nuclear](#) [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
4. Selon l'ANC, la radioactivité est une propriété que possèdent certains isotopes de se transformer par la *désintégration* spontanée de leur *noyau*, ce qui entraîne l'émission d'ondes électromagnétiques (par exemple des *rayons gamma*) ou de particules (par exemple des *particules alpha* et des *particules bêta*). Les unités de mesure de la radioactivité sont le *curie* (Ci) et le *becquerel* (Bq).

Voir ANC, « [Définitions : Radioactivité](#) », *Ressources*.
5. WNA, [Storage and Disposal of Radioactive Waste](#); et Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN), [Ce que font les autres pays](#).
6. AIE, « [Total primary energy supply \(TPES\) by source, World 1990-2017](#) », *Data and statistics* [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
7. *Ibid.*; et ANC, [L'aide-mémoire du nucléaire au Canada 2019](#), p. 11.
8. Allemagne, Ministère fédéral des Affaires étrangères, [Le tournant énergétique allemand](#).
9. WNA, [Nuclear Power in China](#); et WNA, [Nuclear Power in India](#).
10. World Nuclear News, [New nuclear countries face integrated challenges](#), septembre 2019.
11. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), « [Overview](#) », *Power Reactor Information System* [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
12. RNCCan, [Cahier d'information sur l'énergie 2019-2020](#), 2019, p. 109.
13. RNCCan, [L'industrie nucléaire canadienne et ses retombées économiques](#).
14. Les réacteurs nucléaires CANDU sont aussi utilisés en Argentine, en Chine, en Corée du Sud, en Inde, au Pakistan et en Roumanie. Voir ANC, « [Technologie CANDU](#) », *Technologie*.
15. Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), [Installations nucléaires](#).
16. ANC, [Technologie](#).
17. CCSN, [Qu'est-ce qu'un déchet radioactif?](#).
18. *Ibid.*
19. RNCCan, [Inventaire des déchets radioactifs au Canada 2016](#), 2018, p. 3.
20. *Ibid.*, p. 61.
21. *Ibid.*, p. 36.
22. CCSN, [Déchets radioactifs de faible et de moyenne activité](#).
23. AIEA, [Status and Trends in Spent Fuel and Radioactive Waste Management](#), 2018, p. 23 [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
24. *Ibid.*
25. *Ibid.*, p. 26.
26. *Ibid.*
27. *Ibid.*
28. CCSN, [REGDOC-2.11.1. Gestion des déchets, tome I : Gestion des déchets radioactifs](#).
29. AIEA (2018), p. 38.

30. CCSN, *Qu'est-ce qu'un déchet radioactif?*.
31. CCSN, REGDOC-2.11.1, Gestion des déchets, tome I : Gestion des déchets radioactifs.
32. RNCan, [Énergie nucléaire](#).
33. *Ibid.*
34. RNCan, [Politique-cadre en matière de déchets radioactifs](#).
35. *Ibid.*
36. [Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires](#), L.C. 1997, ch. 9.
37. CCSN, [La Commission](#).
38. [Loi sur les déchets de combustible nucléaire](#), L.C. 2002, ch. 23.
39. SGDN, [Qui sommes-nous](#).
40. AIEA, [Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs](#), Circulaire d'information INFCIRC/546, décembre 1997.
41. CCSN, [Rapports nationaux du Canada pour la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs](#).
42. Pour plus de renseignements sur les résultats de cette évaluation, voir CCSN, [Résultats de la participation du Canada à la sixième réunion d'examen de la Convention commune](#).
43. AIEA, [Stockage définitif des déchets radioactifs – Prescriptions de sûreté particulières](#), Prescriptions de sûreté particulières n° SSR-5, Normes de sûreté de l'AIEA pour la protection des personnes et de l'environnement, Vienne, 2011; et [Sûreté des installations du cycle du combustible nucléaire](#), Prescriptions de sûreté particulières n° SSR-4, Normes de sûreté de l'AIEA pour la protection des personnes et de l'environnement, Vienne, 2018.
44. Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, [Centre de stockage de la Manche – Rapport 2017 d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection](#), 2018, p. 4; et Empresa nacional de residuos radioactivos, [El Cabril Disposal Facility](#) [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
45. Finnish Energy Industries, [Nuclear Waste Management in Finland](#).
46. WNA, [Radioactive Waste Management](#).
47. RNCan (2018), p. 26 et 36.
48. CCSN, [Rapport national du Canada pour la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs](#), sixième rapport, octobre 2017, p. 162.
49. *Ibid.*
50. *Ibid.*, p. 163.
51. Initiative dans la région de Port Hope, « [Une initiative, deux projets](#) », IRPH.
52. CCSN (2017), p. 256.
53. CCSN, [Évaluations environnementales achevées](#).
54. Laboratoires Nucléaires Canadiens (LNC), [Phases de l'IRPH](#).
55. CCSN (2017), p. 155.
56. LNC, [Phases de l'IRPH](#).
57. CCSN, [Projet d'installation de gestion des déchets près de la surface aux Laboratoires de Chalk River](#).
58. CCSN, [Projet d'installation de gestion des déchets près de la surface](#).
59. RNCan (2018), p. 26 et 36.
60. *Ibid.*, p. 32.
61. Ontario Power Generation (OPG), [Deep Geologic Repository](#) [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].

62. Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE), [Projet de stockage de déchets radioactifs à faible et moyenne activité dans des couches géologiques profondes](#).
63. ACEE, [Joint Review Panel Environmental Assessment Report: Deep Geologic Repository for Low and Intermediate-level Radioactive Waste Project](#), 6 mai 2015, p. xiii [TRADUCTION] [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
64. Gouvernement du Canada, [Projet de stockage de déchets radioactifs à faible et moyenne activité dans des couches géologiques profondes : Prolongation du délai pour la publication d'une déclaration de décision](#).
65. Gouvernement du Canada, [From the Minister of Environment and Climate Change to Ontario Power Generation re: Request to provide additional information](#) [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
66. OPG, [DGR community engagement](#) [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT]; et Saugeen Ojibway Nation Environment Office, [Nuclear](#) [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
67. OPG, [Saugeen Ojibway Nation community engagement Sessions](#) [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
68. Saugeen Ojibway Nation Environment Office, [Saugeen Ojibway Nation Ratification Vote – 2020 Official Count Declaration](#), 31 janvier 2020 [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
69. OPG, [OPG committed to lasting solutions for nuclear waste](#), communiqué, 31 janvier 2020 [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
70. CCSN (2017), p. 127.
71. CCSN, [Réponses aux questions découlant de l'examen par les pairs du sixième Rapport national du Canada pour la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs](#), avril 2018, p. 34.
72. RNCan (2018), p. 26 et 36.
73. WNA, *Radioactive waste management*.
74. WNA, *Storage and disposal of radioactive waste*; et SGDN, *Ce que font les autres pays*.
75. SGDN, [Système à barrières multiples](#).
76. AIEA, [Développement de la toute première installation de stockage définitif sûr du combustible usé](#).
77. Posiva, « [ONKALO](#) », *Final disposal*.
78. Posiva, [Final disposal](#).
79. AIEA, [Développement de la toute première installation de stockage définitif sûr du combustible usé](#).
80. Posiva, « [Selecting the Site: the Final Disposal at Olkiluoto](#) », *Final disposal*.
81. CCSN, [Déchets radioactifs de haute activité](#).
82. ACEE, « [Sommaire](#) », *Rapport de la commission d'examen*.
83. Chambre des communes, Comité permanent de l'environnement et des forêts, « [Les déchets hautement radioactifs au Canada : La onzième heure a sonné](#) », 2^e session, 33^e législature, janvier 1988, dans Bibliothèque du Parlement, *Comités de la Chambre des communes, 33^e Législature, 2^e Session : Comité permanent de l'environnement et des forêts, Rapport*, Ressources parlementaires historiques canadiennes (base de données); et Chambre des communes, Comité permanent de l'énergie, des mines et des ressources, « [Démystification de l'énergie nucléaire](#) », dixième rapport, 2^e session, 33^e législature, août 1988, dans Bibliothèque du Parlement, *Comités de la Chambre des communes, 33^e Législature, 2^e Session : Comité permanent de l'énergie, des mines et des ressources, Dixième rapport*, Ressources parlementaires historiques canadiennes (base de données).
84. ACEE, « [Annexe A – Mandat : Commission d'évaluation environnementale](#) », *Rapport de la commission d'examen*.
85. ACEE, « [4.0 Critères de sûreté et d'acceptabilité](#) », *Rapport de la commission d'examen*.
86. CCSN (2017), p. 168.
87. *Ibid.*
88. SGDN, [Comment nous sommes régis](#).

89. SGDN, [Façonnons l'avenir ensemble : Processus de sélection d'un site pour le dépôt géologique en profondeur canadien pour combustible nucléaire irradié](#), mai 2010, p. 5.
90. *Ibid.*
91. *Ibid.*
92. SGDN, [Dépôt géologique en profondeur](#).
93. SGDN, [Garantir la sûreté : Le système à barrières multiples](#), document d'information, 2015.
94. SGDN, [Phases du projet](#).
95. SGDN, [Surveillance et récupérabilité](#).
96. SGDN (2019), p. 12.
97. *Ibid.*, p. 10.
98. SGDN, [Principes directeurs](#).
99. SGDN, [Étapes du processus](#).
100. SGDN, [Régions à l'étude](#).
101. SGDN, [Étapes 4 à 9 : Confirmation du site, construction et exploitation](#).
102. SGDN (2010), p. 27.
103. CCSN, [Dépôts en formations géologiques profondes](#).
104. SGDN (2010), p. 27.
105. WNA, « [Transmutation](#) », *Processing of Used Nuclear Fuel*.
106. SGDN, [Rapport de suivi des progrès en matière de retraitement, de séparation et de transmutation](#).
107. *Ibid.*
108. RNCAN, [Faits sur l'uranium et l'énergie nucléaire](#).
109. SGDN, *Rapport de suivi des progrès en matière de retraitement, de séparation et de transmutation*, p. 2.
110. *Ibid.*, p. 4.
111. RNCAN, [Production d'énergie propre](#).
112. AIEA, [Fusion – Frequently asked questions](#) [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
113. RNCAN, [Feuille de route des petits réacteurs modulaires \(PRM\) canadiens – Résumé des principales conclusions](#), p. 2.