

## RÉSUMÉ

La Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) a été chargée par le gouvernement du Canada de mettre en œuvre la Gestion adaptative progressive (GAP), le plan canadien de gestion à long terme du combustible nucléaire irradié. La solution de la GAP prévoit le confinement et l'isolement du combustible irradié dans un dépôt géologique en profondeur (DGP) construit au sein d'une formation rocheuse appropriée, telle qu'une formation de roche cristalline ou de roche sédimentaire.

En 2009 et 2010, la SGDN a mis à jour la conception initiale du programme de la GAP. Basé sur la conception actualisée du DGP, ce rapport, intitulé *Rapport sur le coût et le calendrier du cycle de vie d'un dépôt géologique en profondeur – Environnement de roche cristalline, conteneur en cuivre*, présente des estimations se rapportant au coût et à la durée de mise en œuvre d'un DGP en roche cristalline, dont la conception comprend une configuration réalisable d'installations et d'infrastructures requises pour la réception, le remballage et le stockage sûrs du combustible nucléaire irradié expédié depuis les sites d'entreposage des réacteurs.

Ce rapport traite en particulier de l'estimation des coûts et du calendrier prévu du projet, de la construction des installations au déclassement du site. Les fondements conceptuels de cette estimation sont présentés dans le rapport *Deep Geological Repository Design Report – Crystalline Rock Environment* (Rapport sur la conception d'un dépôt géologique en profondeur – Environnement de roche cristalline) fourni à la SGDN par SNC-Lavalin Nucléaire (SLN 020606-6100-REPT-0001).

Deux scénarios se rapportant à l'inventaire de combustible nucléaire irradié sont considérés pour cette analyse. Dans le cas du Scénario de base, 3,6 millions de grappes de combustible CANDU seront acheminées au DGP au cours d'une période de stockage de 30 ans. Dans le cas du Second scénario, qui présume (entre autres) la construction de nouveaux réacteurs, cette quantité augmente à 7,2 millions de grappes expédiées sur une période de 60 ans. Ce combustible sera remballé sur le site du dépôt dans des conteneurs de combustible irradié (CCI) IV-25 en cuivre pour ensuite être stocké sous terre.

### Méthodologie

Pour chacun des scénarios considérés (nommés « 560 », le Scénario de base, et « 561 », le Second scénario), l'ensemble du projet de DGP a été systématiquement divisé en domaines distincts de travail en vue de créer une structure de répartition du travail (SRT). Plusieurs de ces domaines ont subséquentement été divisés en sous-tâches de plus en plus détaillées afin de permettre le calcul d'estimations de coûts et d'échéanciers réalistes. Les SRT complètes des scénarios 560 et 561 seront présentées à l'annexe A. Les deux SRT sont basées sur la même structure pour en faciliter la comparaison. L'annexe B comprend des descriptions sommaires (Fiches de description des éléments de travail, ou FDET) de chacun des éléments des SRT.

La SRT utilisée dans ce rapport a été spécifiquement élaborée pour faciliter le travail de l'équipe de mise à jour de la conception et d'estimation des coûts de la GAP (2009/2010) et pour permettre de comparer ses résultats avec les coûts et échéanciers précédemment calculés (2003).

L'équipe du projet a analysé le coût et l'échéancier de chacun des éléments du projet de DGP. L'équipe a évalué les composantes de la SRT se rapportant à la construction, à l'exploitation et au déclassement, en se basant sur les pratiques de livraison clé en main (conception/approvisionnement/construction) et les technologies ayant actuellement cours. Certaines composantes de la SRT ont été réservées à des fins d'évaluation interne par la SGDN.

Veillez prendre note que la SGDN a subséquemment élaboré une SRT peaufinée qui comprend non seulement les éléments de la SRT sur laquelle ce rapport se fonde, mais également les composantes de la « Sélection d'un site », de la « Mise au point des systèmes du dépôt », de « l'Évaluation de la sûreté », des « Permis et autorisations », des « Relations publiques » et de la « Gestion du programme ». Cette autre SRT, qui n'a pas été utilisée pour effectuer les présentes estimations, comprend des aspects tels que le « Développement de relations », « l'Adaptation aux changements », la « Recherche et le renforcement de la confiance », etc. Lorsque des éléments se chevauchent, la SRT de la SGDN a préséance sur la SRT et les données présentées dans le présent rapport.

Chacun des éléments de travail de la SRT a été évalué sur les plans de la main-d'œuvre requise, des matériaux/équipements permanents et d'autres coûts. Le calendrier de mise en œuvre des composantes de la SRT est établi en années de projet, l'An 1 étant actuellement considéré l'année 2010. Les coûts sont énoncés en dollars canadiens constants de 2010.

Une base de données Microsoft Access et des séries de classeurs Microsoft Excel accompagnent et constituent en partie ce rapport de coûts et d'échéanciers. Ces fichiers sont destinés à fournir des renseignements supplémentaires appuyant les estimations. La base de données comprend un éventail de coûts, de notes, de calculs et de documents connexes.

Une ébauche initiale du présent rapport (basée sur une période d'exploitation prolongée d'une durée de 100 ans) a été présentée à la SGDN en décembre 2010. L'estimation a été révisée en tenant compte des commentaires fournis par la SGDN en janvier 2010. La période d'exploitation prolongée présumée dans le présent rapport est maintenant de 70 ans. Les pièces jointes et les inclusions ont été révisées pour correspondre au calendrier actuel du projet.

### Limites de l'étude

Les travaux se rapportant aux composantes suivantes de la GAP, bien que présentés dans le calendrier estimé de la GAP à des fins de mise en contexte, ont été estimés indépendamment et ne sont pas pris en compte dans l'estimation des coûts :

- La sélection du site;
- La mise au point des systèmes du dépôt;
- L'évaluation de sûreté;
- L'obtention des permis et des autorisations nécessaires;
- Les relations publiques;
- La gestion du programme.

Comme nous l'expliquons dans des parties ultérieures de ce rapport, les coûts présentés dans le présent rapport incluent une provision reflétant les éléments de coût prévus non directement établis comme éléments de dépense dans l'estimation présentée. L'estimation prévoit, à la demande de la SGDN, une réserve pour éventualités qui reflète les risques et les incertitudes tels que définis par la SGDN.

## Calendrier de mise en œuvre

Les tableaux ci-dessous présentent le calendrier global de mise en œuvre de la GAP correspondant au Scénario de base et au Second scénario :

### Scénario de base

Phases		Élément		(A)n	
Sélection d'un site et obtention du permis			Réalisation des études de faisabilité (3)	A3	(Décembre)
			Réalisations des investigations souterraines (2)	A8	(Décembre)
			Sélection d'un site	A9	(Janvier)
			Fin du processus de sélection d'un site et d'obtention du permis	A15	(Décembre)
Construction			Obtention du permis de construction/Début de la construction	A16	(Janvier)
			Fin de la construction	A25	(Décembre)
Exploitation	Principales activités d'exploitation		Obtention du permis d'exploitation/Début de l'exploitation	A26	(Janvier)
			Début du stockage du combustible/Fin de l'exploitation	A55	(Décembre)
	Exploitation prolongée		Début de l'exploitation prolongée (surveillance)	A56	(Janvier)
			Fin des activités d'exploitation prolongée (70 ans)	A125	(Décembre)
Fermeture et déclassé	Activités principales de déclassé		Obtention du permis de déclassé/Début du déclassé	A126	(Janvier)
			Fin des principales activités de déclassé (10 ans)	A135	(Décembre)
	Fermeture définitive		Début des activités de fermeture définitive	A136	(Janvier)
			Permis d'abandon/Fin des activités de fermeture définitive 15 ans)	A150	(Décembre)

### Second scénario

Phases		Élément		(A)n	
Sélection d'un site et obtention du permis			Réalisation des études de faisabilité (3)	A3	(Décembre)
			Réalisations des investigations souterraines (2)	A8	(Décembre)
			Sélection d'un site	A9	(Janvier)
			Fin du processus de sélection d'un site et d'obtention du permis	A15	(Décembre)
Construction			Obtention du permis de construction/Début de la construction	A16	(Janvier)
			Fin de la construction	A25	(Décembre)
Exploitation	Principales activités d'exploitation		Obtention du permis d'exploitation/Début de l'exploitation	A26	(Janvier)
			Début du stockage du combustible/Fin de l'exploitation	A85	(Décembre)
	Exploitation prolongée		Début de l'exploitation prolongée (surveillance)	A86	(Janvier)
			Fin des activités d'exploitation prolongée (70 ans)	A155	(Décembre)
Fermeture et déclassé	Activités principales de déclassé		Obtention du permis de déclassé/Début du déclassé	A156	(Janvier)
			Fin des principales activités de déclassé (10 ans)	A165	(Décembre)
	Fermeture définitive		Début des activités de fermeture définitive	A166	(Janvier)
			Permis d'abandon/Fin des activités de fermeture définitive 15 ans)	A180	(Décembre)

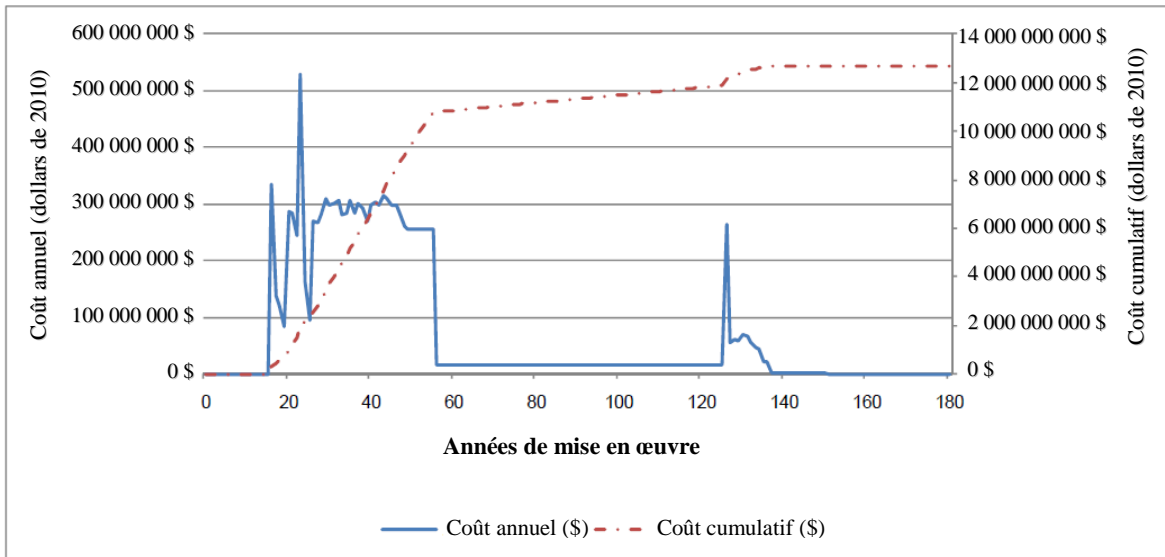
## Coûts estimatifs

Des estimations ont été préparées pour les coûts associés à la main-d'œuvre, aux matériaux et équipements permanents, à d'autres coûts et à une réserve (la réserve est un pourcentage qui couvre les coûts associés à des exigences connues mais non encore définies pour chaque élément de travail; tel qu'indiqué plus haut). Des coûts pour éventualités ont été ajoutés à l'estimation à la demande de la SGDN pour refléter les risques et les incertitudes tels que définis par la SGDN.

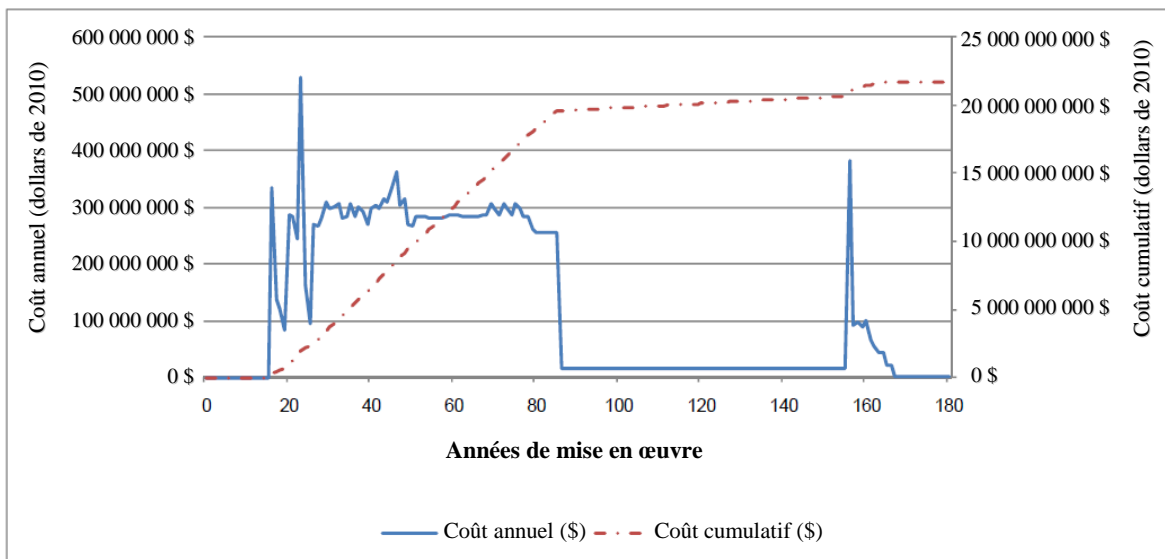
Sous réserve des inclusions/exclusions, hypothèses et limites présentées dans le présent rapport, les coûts totaux d'un DGP en roche cristalline (en dollars canadiens constants de 2010) pour les scénarios étudiés sont estimés comme suit :

- Scénario de base (3,6 millions de grappes de combustible irradié, sans provision pour éventualités) : 12,7 milliards de dollars;
- Second scénario (7,2 millions de grappes de combustible irradié, sans provision pour éventualités) : 21,7 milliards de dollars.

En se basant sur les années d'engagement des dépenses et aux années globales de début et de fin de chaque élément de travail, on peut constituer le graphique suivant représentant le coût annuel et la progression dans le temps du coût cumulatif de la GAP correspondant au Scénario de base.



Le coût annuel et le coût cumulatif de la GAP correspondant au Second scénario sont estimés comme suit :



Le tableau suivant présente les coûts par phase pour le Scénario de base (ne comprennent pas les coûts estimés séparément par la SGDN) :

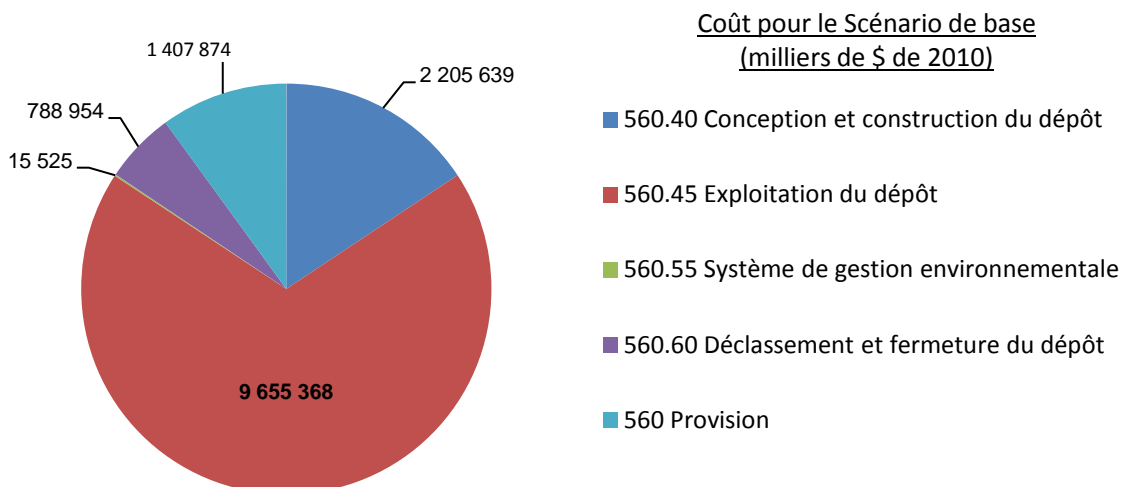
Phase du projet		Scénario de base (milliers de dollars de 2010)
Sélection d'un site et obtention d'un permis de préparation du site (A1-A15)		0
Construction (A16-A25)		2 275 290
Exploitation	Principales activités d'exploitation (A26-A55)	8 507 637
	Exploitation prolongée (A56-A125)	1 093 605
	<i>Exploitation - Sous-total</i>	9 601 243
Fermeture et déclassement	Principales activités de déclassement (A126-A135)	740 484
	Fermeture définitive (A136-A150)	48 470
	<i>Fermeture et déclassement Sous-total</i>	788 954
	<b>560 Sous-total</b>	<b>12 665 487</b>
	Provision	1 407 874
	<b>560 Total</b>	<b>14 073 360</b>

Le tableau suivant présente les coûts par phase pour le Second scénario (ne comprennent pas les coûts estimés séparément par la SGDN) :

Phase du projet		Second scénario (milliers de dollars de 2010)
Sélection d'un site et obtention d'un permis de préparation du site (A1-A15)		0
Construction (A16-A25)		2 275 290
Exploitation	Principales activités d'exploitation (A26-A55)	17 290 755
	Exploitation prolongée (A56-A155)	1 093 957
	<i>Exploitation - Sous-total</i>	18 384 712
Fermeture et déclassement	Principales activités de déclassement (A156-A165)	997 820
	Fermeture définitive (A166-A180)	48 470
	<i>Fermeture et déclassement Sous-total</i>	1 046 290
	<b>561 Sous-total</b>	<b>21 706 291</b>
	Provision	2 212 981
	<b>561 Total</b>	<b>23 919 272</b>

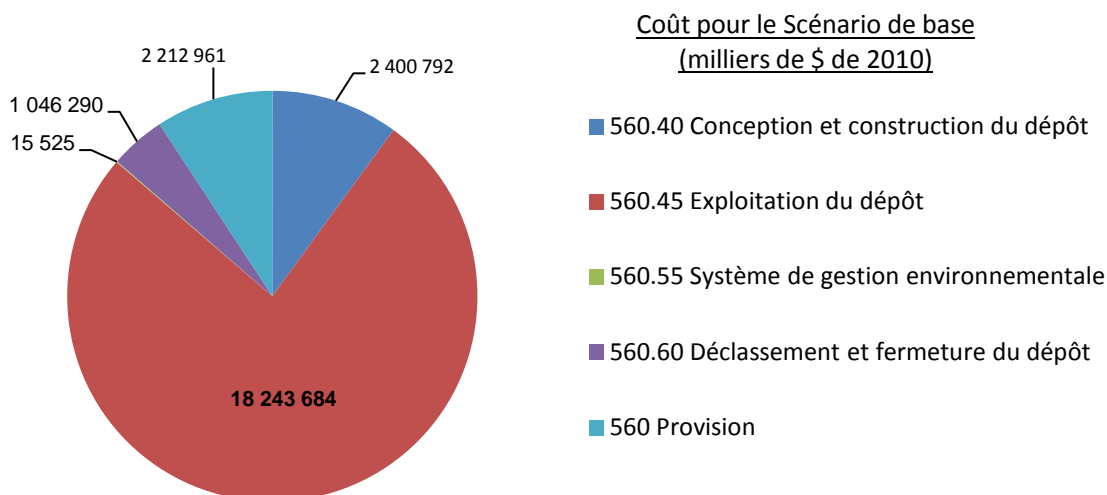
D'après les calculs effectués pour chaque élément de travail constituant la structure de répartition du travail, les coûts estimatifs pour le Scénario de base (560) s'établissent comme suit :

SRT	Poste (Scénario de base)	Estimation (milliers de \$ de 2010)
560.40	Conception et construction du dépôt	2 205 639
560.45	Exploitation du dépôt	9 655 368
560.55	Système de gestion environnementale	15 525
560.60	Déclassement et fermeture du dépôt	788 954
<b>560 Sous-total</b>		<b>12 665 487</b>
	Provision	1 407 874
<b>560 Total</b>		<b>14 073 360</b>



Les coûts estimatifs pour le Second scénario (561) s'établissent comme suit :

SRT	Poste (Second scénario)	Estimation (milliers de \$ de 2010)
561.40	Conception et construction du dépôt	2 400 792
561.45	Exploitation du dépôt	18 243 684
561.55	Système de gestion environnementale	15 525
561.60	Déclassement et fermeture du dépôt	1 046 290
<b>561 Sous-total</b>		<b>21 706 291</b>
	Provision	2 212 981
<b>561 Total</b>		<b>23 919 272</b>



La comparaison des coûts estimatifs du Scénario de base et du Second scénario démontre que les travaux de préparation et de déclassement des installations de surface sont essentiellement semblables pour les deux scénarios, étant donné que les installations et les équipements requis pour les deux scénarios sont dimensionnés en fonction d'un même débit annuel (120 000 de grappes de combustible irradié par année). Les principales différences entre le Scénario de base et le Second scénario découlent du nombre d'années supplémentaire d'exploitation (stockage du combustible irradié) requis pour le Second scénario, ce qui implique des coûts supplémentaires de main-d'œuvre, d'entretien et de soutien du projet, ainsi que des coûts liés au remplacement ou à la réparation des équipements.

## Précision des estimations

Les caractéristiques des estimations du Scénario de base et du Second scénario ont été examinées par rapport aux normes actuelles en matière d'estimation de coûts, y compris les suivantes :

- Association for the Advancement of Cost Engineering International (AACE International). 2003. *Cost Estimate Classification System*. Pratique recommandée n° 17R-97;
- Association for the Advancement of Cost Engineering International (AACE International). 2005. *Cost Estimate Classification System - As Applied in Engineering, Procurement and Construction for the Process Industries*. Pratique recommandée n° 18R-97.

En acceptant le dimensionnement du projet (y compris les inventaires de combustible irradié postulés), l'ingénierie de conception peut être considérée comme une estimation d'étude de conception. L'estimation comprend surtout des coûts unitaires semi-détaillés avec des postes de dépense au niveau de l'assemblage, ainsi que des postes de dépense basés sur les applications existantes disponibles. Globalement, l'estimation peut être considérée comme une estimation de « Classe 4 » selon l'AACE en ce qui a trait au dimensionnement/contenu du projet.

Compte tenu du manque de données comparatives se rapportant aux coûts de projets globalement similaires sur le plan des installations, des risques technologiques, de la complexité et de la longueur des périodes de préparation à la mise en service, la précision anticipée des estimations pour le Scénario de base et le Second scénario serait dans la partie inférieure de la fourchette des normes de Classe 4, possiblement de l'ordre de - 30 % à + 50 % selon AACE RP18R-97, après l'inclusion des provisions prévues par la SGDN.

## Limitations

La version actuelle du présent rapport a été préparée pour les besoins de la SGDN. Elle ne doit pas être citée dans des rapports ou articles destinés à la publication sans le consentement explicite de la SGDN. Cette estimation reflète une ingénierie de conception spécifique qui est susceptible d'évoluer. Les coûts et le calendrier d'exécution indiqués dans ce rapport sont par conséquent susceptibles de changer; les lecteurs sont invités à vérifier auprès de la SGDN si les estimations présentées ici n'ont pas été supplantées. La mention de quelque entreprise, entité commerciale, firme de consultation, produit commercial, matériau, procédé ou service que ce soit par le nom de marque, la marque de commerce, le nom du fabricant ou autrement, ne constitue aucunement un appui, une recommandation ou une préférence explicite ou implicite de la part des auteurs de ce rapport ou de la SGDN.