

RÉSUMÉ

La Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) procède actuellement à la mise en œuvre de 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, la SGDN a entrepris la tâche de mettre à jour les travaux de conception du programme de la GAP réalisés antérieurement. Le présent rapport concerne la conception actuelle d'un DGP établi au sein d'une formation de roche cristalline.

Deux scénarios sont considérés concernant l'inventaire de combustible CANDU irradié : 3,6 millions de grappes de combustible CANDU (Scénario de base) et 7,2 millions grappes de combustible CANDU (Second scénario) livrées au cours de périodes de 30 et de 60 ans respectivement. Une cadence de livraison de 120 000 grappes par année a été choisie pour les deux scénarios pour correspondre à la capacité globale d'exploitation prévue de l'installation du DGP. Cela équivaut au stockage de 333 conteneurs de combustible irradié (CCI) par année. Le combustible irradié sera remballé à l'usine d'emballage du combustible irradié du DGP dans des paniers, lesquels seront insérés dans des CCI destinés au stockage dans le dépôt souterrain illustré ci-dessous.

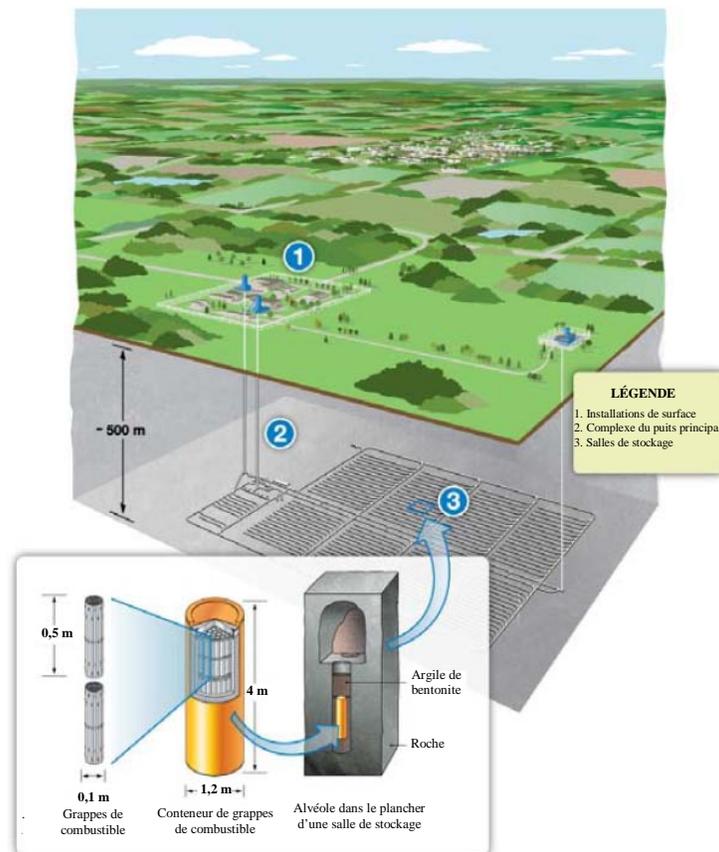


Illustration d'un dépôt géologique en profondeur pour la GAP

Le Scénario de base et de Second scénario sont très semblables en ce qui a trait aux méthodes et aux équipements importants se rapportant à l'exploitation du DGP, quoique les exigences en matière d'espace de stockage souterrain seront deux fois plus grandes dans le cas du Second scénario. De plus, la plus longue durée d'exploitation associée au Second scénario suppose un nombre plus élevé d'événements de remplacement d'équipements.

Installations de surface

Le DGP sera un complexe autonome, comprenant des installations vouées à l'exploitation, à l'entretien et à la surveillance à long terme du dépôt. Au sein de ce complexe, les installations seront regroupées soit dans la « Zone protégée », soit dans le « Reste du site », la distinction étant que tous les bâtiments et toutes les activités se rapportant à la manutention et au stockage du combustible nucléaire irradié seront situés dans la Zone protégée.

Les installations de la Zone protégée comprendront entre autres l'usine d'emballage du combustible irradié (UECI), les complexes du puits principal et du puits de service, le Bâtiment auxiliaire ainsi que les bureaux et le laboratoire de contrôle de la qualité. La conception prévoit également plusieurs installations de manutention des déchets actifs servant à la gestion des matériaux liquides et solides résiduels dans la Zone protégée. Les autres bâtiments importants situés dans cette zone comprendront le poste de sectionnement, la zone de transformation et le centre d'alimentation électrique.

En ce qui a trait au Reste du site, les principales installations du DGP incluront le bâtiment administratif, le poste d'incendie, la salle des services de sécurité et le complexe du puits de ventilation. Parmi les autres bâtiments situés dans le Reste du site, on retrouvera une usine de compactage des matériaux de scellement, une cafétéria, un garage, un entrepôt, des usines d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées et une héliplate-forme. On trouvera également dans le Reste du site des réservoirs d'entreposage de carburant et d'eau et un bâtiment des compresseurs d'air.

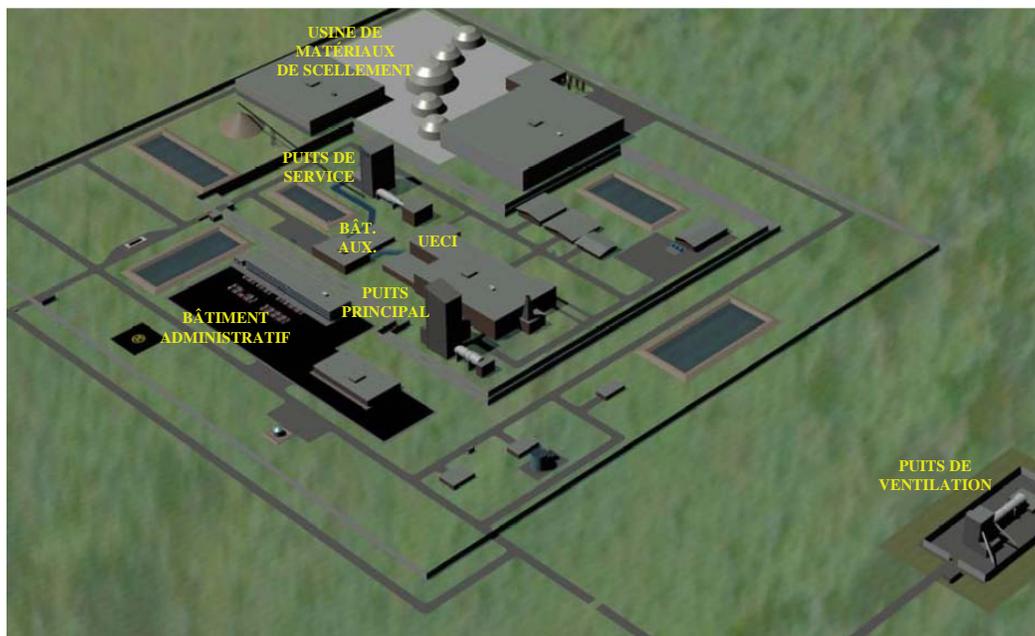


Illustration tridimensionnelle des installations de surface

Des installations externes, situées à l'extérieur du périmètre clôturé du DGP, seront en outre nécessaires pour la construction, l'exploitation et le soutien à long terme du dépôt de combustible. Ces installations comprendront des sites d'habitations et de baraquements (construction), un centre d'accueil des visiteurs et une aire d'élimination des rebuts de roche.

Usine d'emballage du combustible irradié (UECI)

Le combustible nucléaire irradié provenant des sites d'entreposage des propriétaires de réacteurs parviendra au DGP dans des châteaux de transport routier homologués (château de transport du combustible irradié ou CTCl). Les CTCl seront reçus à l'UECI, où les grappes de combustible seront transférées dans des conteneurs de combustible irradié (CCI). Une fois remplis, les CCI seront scellés, inspectés et expédiés en vue de leur stockage dans le dépôt souterrain. Il sera également nécessaire d'ouvrir, de vider et de décontaminer les conteneurs qui ne satisfont pas aux exigences relatives au stockage à long terme.

L'UECI comprendra deux chaînes parallèles de traitement destinées à la réception et au déchargement du combustible irradié des CTCl, et une chaîne de manutention des CCI.

Usine de production des matériaux de scellement

Des usines de granulats, de préparation du béton et de compactage des matériaux de scellement (CMS) seront requises au DGP pour produire les matériaux de scellement du dépôt qui serviront à encapsuler les CCI stockés dans le dépôt.

L'usine de granulats recevra la roche hôte provenant des piles de déchets miniers et produira des matériaux pour les usines de préparation du béton et de CMS. À l'usine de préparation du béton, le granulats sera incorporé à un mélange de liants et d'eau pour produire le béton à faible échauffement et à haute performance (FEHP) qui constituera les cloisons de scellement des entrées des salles de stockage une fois remplies.

À l'usine de CMS, on mélangera les matériaux bruts de l'usine de granulats, l'argile de lac de provenance externe et la bentonite pour produire des blocs de remblai dense, du remblai léger, des blocs de bentonite compactée et du matériau bouche-trou. Des presses et des moules de conception spéciale seront utilisés pour fabriquer des blocs de bentonite compactée et des dispositifs de levage par aspiration permettront la manutention des matériaux formés.

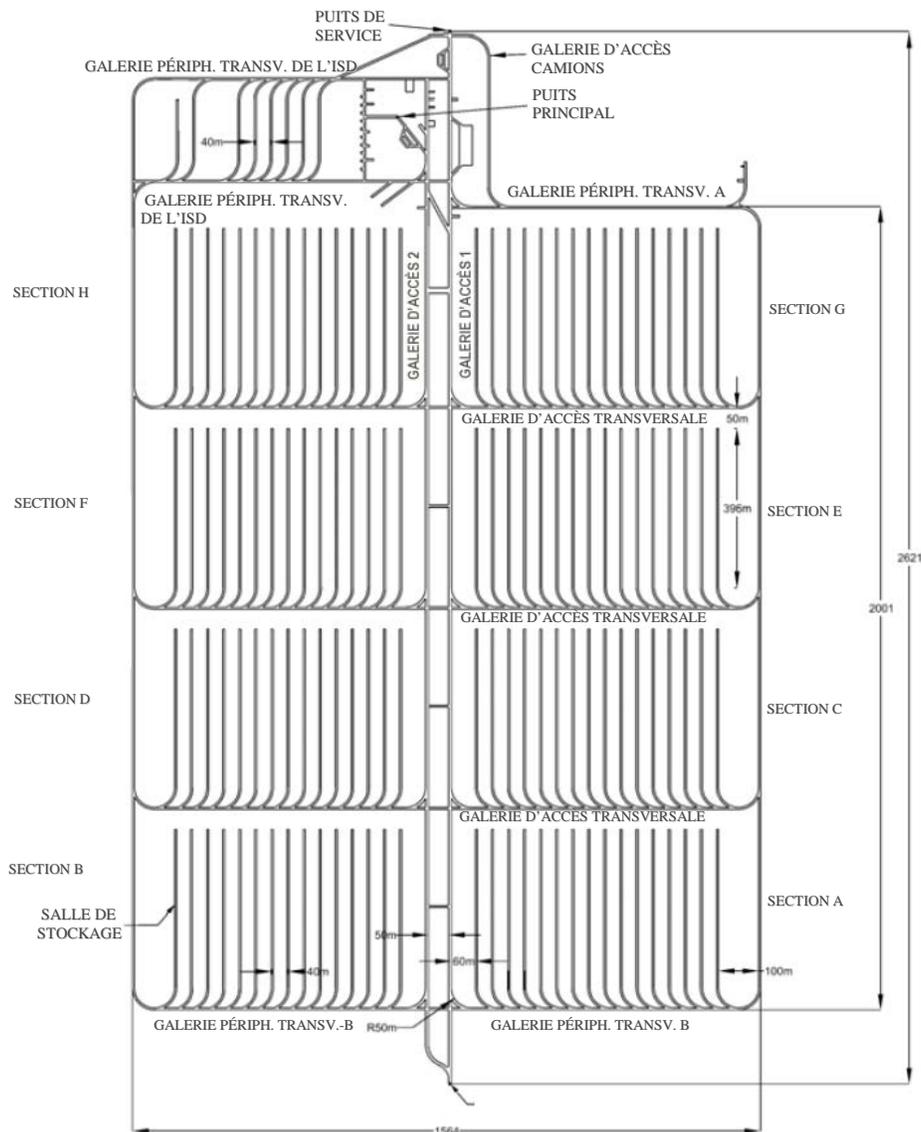
Puits et appareils de levage

Trois complexes de puits (chevalements et centres de levage) soutiendront les travaux souterrains de construction. Le puits principal sera exclusivement dédié au transport depuis la surface jusqu'au dépôt souterrain des CCI en vue de leur stockage. De plus, le puits principal permettra de ramener à la surface tout CCI devant être récupéré. Le puits de service constituera une installation de levage à usage divers, et contiendra la seule installation de manutention des rebuts de roche du dépôt. Ce système à usages multiples comprendra cinq compartiments logeant deux skips à contrepoids, une cage de service principale à contrepoids et une cage auxiliaire. Le puits de ventilation évacuera la plus grande partie de l'air du dépôt et constituera un second moyen permettant d'évacuer d'urgence le personnel travaillant dans le dépôt.

Installations souterraines

Une installation souterraine de démonstration (ISD) autonome d'essai sera construite près du puits principal et du puits de service, à une extrémité du dépôt souterrain. L'ISD s'étendra subséquentment pour comprendre les galeries périphériques entourant le dépôt pour permettre l'étude et la mise à l'essai de la masse rocheuse de la géosphère hôte. L'ISD servira aux activités de démonstration et de surveillance à long terme associées aux essais de performance des salles de stockage et des systèmes de scellement et servira de zone de formation potentielle pour les employés du DGP. Les salles d'essai de l'ISD pourront évaluer tous les aspects importants de la construction du dépôt.

La figure suivante illustre l'aménagement du dépôt souterrain.



Aménagement de l'ISD et du dépôt

L'aménagement de l'ISD comprendra également diverses installations qui serviront subséquemment à soutenir l'exploitation du DGP.

Ces installations comprendront :

- Un poste de refuge, des bureaux et des salles de toilettes;
- Un atelier et un entrepôt pour les services d'entretien;
- Un poste de chargement et d'entretien des locomotives;
- Des aires de ravitaillement et d'entreposage de l'équipement et du matériel;
- Des magasins d'explosifs et de détonateurs;
- Une sous-station électrique principale;
- Un dépôt muni d'une grille scalpeur et d'un brise-roche.

La construction de l'ISD durera approximativement cinq ans, y compris la construction des galeries périphériques et transversales qui entourent et traversent le dépôt de combustible irradié. Des salles de stockage d'essai seront disponibles pour la mise à l'essai d'équipements prototypes cinq ans avant le début de la période d'exploitation du dépôt.

Les CCI seront insérés dans le plancher des salles de stockage en une seule rangée. Ils seront stockés en commençant par le fond de la salle à l'intérieur d'alvéoles verticales garnies d'un matériau tampon. Après l'installation de chaque CCI et du matériau tampon dans les alvéoles, les salles de stockage seront remblayées depuis le fond vers l'entrée.

L'aménagement de base du DGP inclura une série de salles de stockage à cul-de-sac parallèles organisées en sections. Toutes les ouvertures souterraines (galeries d'accès, etc.) seront creusées par forage et dynamitage contrôlé, sauf les alvéoles de stockage, qui seront creusées à l'aide d'une foreuse spécialement conçue à cet effet. Les salles de stockage auront une forme voûtée, d'une largeur et d'une hauteur nominales de 5,5 m. Le fait de procéder au stockage des CCI uniquement après que la construction (excavation) ait été achevée permettra de séparer adéquatement ces deux activités importantes sur le plan de l'utilisation de la main-d'œuvre, de la ventilation et des équipements.

L'espacement des CCI et des salles de stockage sera déterminé entre autres à partir de techniques de modélisation technique/mécanique en fonction d'exigences principalement destinées à limiter le profil de température maximale des matériaux tampon entourant les CCI. Selon les données actuelles, l'espacement prévu des alvéoles de stockage des CCI sera de 4,2 m (centre à centre). Les salles de stockage seront construites parallèlement à une distance de 40 m (centre à centre) les unes des autres.

Globalement, et tel que le présente l'illustration précédente, le dépôt souterrain couvrira une superficie approximative de 2 630 m par 1 560 m pour le Scénario de base. Dans le cas du Second scénario, cette superficie sera agrandie pour loger le double de la quantité de grappes de combustible nucléaire irradié.

Ventilation du dépôt souterrain

Trois puits d'aération principaux seront utilisés pour ventiler le dépôt. Le puits principal sera dédié à l'approvisionnement en air frais et les puits de service et de ventilation serviront à évacuer l'air du dépôt. Le système de distribution d'air conçu pour le dépôt nécessitera cinq ventilateurs de surface principaux et cinq ventilateurs souterrains d'appoint. Une centrale de chauffage direct au gaz employant des brûleurs placés directement dans le flux d'air, permettra de réchauffer l'air puisé à la surface au cours des périodes hivernales.

Stockage et récupération des conteneurs

Le CCI est constitué d'une coque externe en cuivre, d'une coque interne en acier et de trois paniers d'acier. La fonction de la coque en cuivre est de fournir une barrière capable de résister à la corrosion au sein l'environnement particulier du dépôt. La coque interne est conçue pour résister à toute contrainte mécanique présente dans le dépôt.

La conception de référence actuelle du conteneur de combustible irradié, IV-25, peut contenir 360 grappes de combustible irradié disposées en six couches de 60 paniers chacune. Ces couches sont disposées en paniers superposés les uns sur les autres à l'intérieur de la coque interne (2 couches par panier). Pour fournir un soutien structurel, tous les composants sont soudés les uns aux autres pour former un ensemble de paniers.

Les modèles conceptuels pour le transport et le stockage sûrs des CCI dans le dépôt en roche cristalline ont été mis au point d'après l'examen d'initiatives et d'essais semblables mis en œuvre actuellement par d'autres organisations nationales de gestion de déchets radioactifs et de l'application pratique de technologies connues. Les concepts identifiés, qui intègrent des éléments de blindage permettant de protéger le personnel contre les rayonnements et de se déplacer ainsi sans contraintes, pourront être peaufinés et démontrés dans des alvéoles d'essai construites dans l'ISD.

Les travaux de démonstration porteront également sur la récupération potentielle des CCI depuis les salles de stockage du dépôt afin de les ramener vers les installations de surface du DGP. La méthode envisagée pour récupérer les CCI permet une réutilisation efficace de certains équipements de manutention des conteneurs et de construction minière.

Sûreté et sécurité de l'exploitation et blindage contre les rayonnements

Il sera nécessaire, tant durant la phase de l'exploitation qu'après que le dernier CCI aura été placé dans le DGP, de surveiller l'intégrité et la sûreté de l'installation. Les principaux programmes de surveillance porteront sur :

- la santé et la sécurité des travailleurs;
- la surveillance environnementale en surface et sous terre;
- la sécurité des matières nucléaires et la radioprotection;
- la sécurité du site et les plans d'intervention d'urgence;
- les systèmes de soutien, y compris les systèmes de détection et de suppression des incendies.

Des évaluations radiologiques et des calculs relatifs à certains aspects des éléments de conception du dépôt ont été effectués pour s'assurer que la dose au corps entier que pourraient recevoir les travailleurs de l'installation ne dépasserait pas les limites établies dans la réglementation de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Les calculs et les analyses se rapportant au blindage avaient pour but de maintenir les doses au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (ALARA – As Low As Reasonably Achievable), conformément aux guides de la CCSN et aux plus récentes recommandations de la Commission internationale de protection radiologique.

Déclassement et fermeture

Le déclassement et la fermeture de l'installation constituent les dernières étapes du cycle de vie du dépôt, et auront pour résultat la remise en état du site en vue d'un usage essentiellement sans contraintes. Subséquemment à la cessation des activités de stockage du combustible irradié, que ce soit dans le cas du Scénario de base ou du Second scénario, plusieurs étapes d'activités post-exploitation se succéderont, dans l'ordre suivant :

- une période de surveillance prolongée de 70 ans ou plus;
- une période de déclassement de 10 ans;
- une période de fermeture de 15 ans;
- une période post-fermeture.

L'ordre et la durée de ces activités sont illustrés dans le tableau suivant.

PHASE DU PROJET	DURÉE DES PHASES en années																		
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
Faisabilité du projet	■																		
Sélection d'un site	■	■																	
Conception prélim.		■	■																
Conception détaillée			■	■															
Construction				■	■														
Exploitation					■	■	■	■											
Exploitation prolongée								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Surveillance prolongée										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Déclassement																		■	■
Fermeture																			■
Post-fermeture																			

Cycle de vie du projet – Second scénario

Résumé

Comme le démontre le présent rapport, la construction et l'exploitation des ouvrages superficiels et souterrains du DGP peuvent être raisonnablement envisagées en se fondant sur les technologies disponibles. La sûreté de la réception, du remballage et du stockage du combustible nucléaire irradié dans le dépôt sera adéquatement assurée par les approches conceptuelles exposées dans ce document.