



Installations de catégorie IB  
**Orientation sur la caractérisation  
des emplacements de dépôts  
géologiques en profondeur**

REGDOC-1.2.1

Octobre 2018

ÉBAUCHE



---

## **Orientation sur la caractérisation des emplacements de dépôts géologiques en profondeur**

Document d'application de la réglementation REGDOC-1.2.1

© Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) 2018

N° de cat. NNNNN

ISBN NNNNN

La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition que la source soit indiquée en entier. Toutefois, sa reproduction en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

*Also available in English under the title: Guidance on Deep Geological Repository Site Characterization*

### **Disponibilité du document**

Les personnes intéressées peuvent consulter le document sur le [site Web de la CCSN](#). Pour obtenir un exemplaire du document en français ou en anglais, veuillez communiquer avec :

Commission canadienne de sûreté nucléaire  
280, rue Slater  
C.P. 1046, succursale B  
Ottawa (Ontario) K1P 5S9  
CANADA

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (au Canada seulement)

Télécopieur : 613-995-5086

Courriel : [cnscccsn@canada.ca](mailto:cnscccsn@canada.ca)

Site Web : [suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca)

Facebook : [facebook.com/Commissioncanadienedesuretenucleaire/](https://facebook.com/Commissioncanadienedesuretenucleaire/)

YouTube : [youtube.com/cnscccsn](https://youtube.com/cnscccsn)

Twitter : [@CNSC\\_CCSN](https://twitter.com/CNSC_CCSN)

LinkedIn : [linkedin.com/company/cnsc-ccsn](https://linkedin.com/company/cnsc-ccsn)

### **Historique de publication**

[Mois, année]

Version x.0

## Préface

Le présent document fait partie de la série de documents d'application de la réglementation de la CCSN portant sur les activités et installations réglementées. La liste complète des séries figure à la fin du document et elle peut être consultée sur le [site Web de la CCSN](#).

Le document d'application de la réglementation REGDOC-1.2.1, *Orientation sur la caractérisation des emplacements de dépôts géologiques en profondeur*, guide l'étape de caractérisation de l'emplacement dans le cadre du processus d'implantation d'un dépôt géologique en profondeur (DGP) pour les déchets radioactifs, puisque l'information recueillie pour la caractérisation de l'emplacement peut être employée dans de futures demandes de permis.

Le présent document remplace le R-72, *Considérations géologiques pour le choix d'un emplacement de dépôt souterrain de déchets hautement radioactifs*, publié en septembre 1987.

**Table des matières**

**1. Introduction..... 1**

1.1 Objet ..... 1

1.2 Portée ..... 1

1.3 Lois pertinentes ..... 2

1.4 Rôle initial de l’organisme de réglementation ..... 3

**2. Aperçu du processus d’implantation ..... 3**

2.1 Étape de planification et de conceptualisation ..... 4

2.2 Étape des levés ..... 4

2.3 Étape de caractérisation de l’emplacement ..... 5

2.4 Étape de confirmation de l’emplacement ..... 5

**3. Programme de caractérisation de l’emplacement..... 5**

3.1 Caractéristiques de l’emplacement I : environnement géologique ..... 6

3.1.1 Cadre géologique ..... 7

3.1.2 Cadre hydrogéologique ..... 7

3.1.3 Géochimie ..... 7

3.1.4 Stabilité géologique ..... 8

3.1.5 Caractéristiques géomécaniques ..... 8

3.2 Caractéristiques de l’emplacement II : environnement en surface ..... 9

3.2.1 Climat ..... 9

3.2.2 Environnement aquatique et terrestre ..... 9

3.2.3 Topographie, hydrologie et inondation ..... 10

3.2.4 Caractérisation de la géomorphologie ..... 11

3.2.5 Caractérisation géotechnique des dépôts de surface ..... 11

**4. Activités humaines et utilisation du territoire ..... 12**

**5. Acquisition de données et activités de vérification..... 12**

5.1 Système de gestion ..... 12

5.2 Programme de gestion des données ..... 12

5.3 Procédures d’échantillonnage et d’essai ..... 13

5.4 Intégration et interprétation ..... 14

**6. Installations pour les activités de vérification et de caractérisation..... 15**

**Glossaire ..... 16**

**Bibliographie ..... 17**

## **REGDOC-1.2.1, Orientation sur la caractérisation des emplacements de dépôts géologiques en profondeur**

### **1. Introduction**

Un dépôt géologique en profondeur (DGP) est une installation où des déchets radioactifs sont enfouis dans une formation géologique stable et profonde (généralement à plusieurs centaines de mètres ou plus sous la surface) dans le but d'isoler et de confiner les déchets et d'assurer l'isolement à long terme des substances nucléaires pour protéger la biosphère [1]. Une fois l'emplacement scellé, il n'y aura plus de récupération ou de transfert des déchets radioactifs [2].

La caractérisation de l'emplacement repose sur des investigations techniques détaillées visant à alimenter les connaissances sur un emplacement particulier. Elle comprend des analyses des documents et des investigations régionales et propres à l'emplacement visant à cerner des caractéristiques et processus particuliers, et à les comprendre. Ces processus sont généralement étudiés dans différents contextes (hydrogéologie, mécanique des roches, géochimie, etc.), mais doivent être compris de manière intégrée.

Les données recueillies aux étapes préliminaires de la caractérisation de l'emplacement peuvent être utilisées pour étayer la demande de permis initiale présentée à la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) (p. ex., permis visant à préparer l'emplacement ou permis combiné de préparation de l'emplacement et de construction) et font partie du dossier de sûreté.

D'autres organismes de réglementation ont autorité sur les activités menées dans le cadre de la caractérisation de l'emplacement, avant la sélection de l'emplacement et avant que le demandeur ne puisse procéder à des activités qui exigeraient un permis de la CCSN. On recommande de mener les activités de caractérisation de l'emplacement en collaboration avec les organismes de réglementation concernés afin de s'assurer que les attentes en matière de réglementation et les exigences liées aux permis ou à d'autres aspects soient bien comprises, et que les problèmes associés à l'acceptation des données soient cernés et atténués.

#### **1.1 Objet**

Le présent document d'application de la réglementation est un guide de la CCSN destiné aux demandeurs de permis et expose les aspects techniques qui doivent être pris en compte lors de l'étape de caractérisation de l'emplacement du processus d'implantation d'un dépôt géologique en profondeur (DGP) de déchets radioactifs.

#### **1.2 Portée**

Le REGDOC-1.2.1 vise à orienter la caractérisation d'un emplacement de DGP. L'orientation fournie dans le présent document vise essentiellement des questions techniques.

La CCSN fait appel à un système d'autorisation exhaustif qui couvre le cycle de vie d'un DGP – de la préparation de l'emplacement et la construction, en passant par son exploitation et son déclassé (fermeture et post-fermeture), jusqu'à sa libération de l'autorité réglementaire de la CCSN. Cette approche exige un permis pour chaque étape, mais il est possible de combiner les permis pour la préparation et la construction de l'installation.

Il importe de souligner que même si, en général, les activités de caractérisation de l'emplacement commencent avant le processus de réglementation de la CCSN, les méthodes et processus utilisés et les données recueillies peuvent faire partie des futures demandes de permis et seront officiellement examinés afin d'en vérifier la qualité et le caractère adéquat.

Même si le présent document n'offre pas de conseils sur la façon de trouver ou de sélectionner un emplacement, l'étape de caractérisation de l'emplacement sera suffisamment détaillée pour confirmer la pertinence technique de l'emplacement.

Dans le présent document, la période préalable à la fermeture d'un DGP comprend la préparation de l'emplacement, la construction, l'exploitation et le déclassement. La période post-fermeture ou l'horizon à long terme est la période qui suit la fermeture d'un DGP, avec un échéancier de dizaines de milliers d'années, ou plus [3].

Veillez noter que le présent document :

- ne s'applique pas aux installations de gestion des déchets en surface et près de la surface, y compris les déchets des mines et usines de concentration d'uranium
- ne fournit pas de conseils sur les stratégies de gestion des déchets à long terme

### **1.3 Lois pertinentes**

La *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) s'applique dès que les activités de préparation de l'emplacement commencent. Par conséquent, il importe de connaître les autres lois, comme les lois provinciales, qui peuvent s'appliquer à l'activité de caractérisation de l'emplacement. Les installations de gestion à long terme des déchets radioactifs, comme les DGP, sont généralement autorisées en vertu du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*. Ce règlement ne prévoit aucun processus encadrant la sélection d'un emplacement. Le processus de réglementation n'est déclenché qu'au moment du dépôt d'une demande de permis visant à préparer l'emplacement ou d'un permis combiné de préparation de l'emplacement et de construction des installations, demande qui à son tour déclenche la réalisation d'une étude d'impact fédérale. Veillez noter que la *Loi sur les déchets de combustible nucléaire* fait autorité en ce qui a trait aux déchets nucléaires en DGP au Canada.

Un demandeur de permis peut consulter les exigences relatives aux demandes de permis dans le *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* afin d'étayer ses activités de caractérisation de l'emplacement. Par exemple, pour préparer un emplacement, le demandeur doit, en vertu de l'alinéa 4a), fournir une « description du processus d'évaluation de l'emplacement, ainsi que des analyses et des travaux préalables qui ont été et seront effectués sur l'emplacement et dans les environs » et « déterminer les caractéristiques environnementales de base de l'emplacement et des environs ».

Par conséquent, des approbations réglementaires ne sont pas requises pour la sélection de l'emplacement, et certaines activités d'investigation seront effectuées avant la délivrance du permis. Le « processus d'évaluation de l'emplacement et le travail d'investigation et préparatoire qui a été effectué » font référence aux activités de caractérisation préalables à l'autorisation requises pour recueillir suffisamment de données propres à l'emplacement afin de concevoir et d'évaluer l'installation et de préparer la documentation nécessaire pour l'évaluation environnementale ou la demande de permis. La portée de ces activités préalables à l'autorisation peut faire l'objet de discussions avec l'organisme de réglementation pour éviter d'entreprendre des activités qui requièrent un permis. La collecte de données propres à l'emplacement

déterminera les besoins que doit satisfaire le plan de caractérisation de l'emplacement quant à la qualité et la quantité de données.

#### **1.4 Rôle initial de l'organisme de réglementation**

On recommande de mener des consultations préliminaires avec l'organisme de réglementation afin de préciser les attentes et les exigences réglementaires. Ce processus comprend la détermination des activités de caractérisation de l'emplacement qui n'ont peut-être pas besoin d'un permis de la CCSN.

La portée des consultations entre le demandeur et l'organisme de réglementation doit être équilibrée, afin de préserver l'indépendance de l'organisme tout en offrant des conseils adéquats au demandeur. On recommande de conclure une entente de services entre l'organisme de réglementation et le demandeur.

Dans le cadre de l'entente de services, on recommande d'accorder à l'organisme de réglementation la possibilité de mener des inspections et des évaluations informelles – par exemple, pour s'assurer que le système de gestion d'un demandeur de permis est proportionnel à la portée du projet, tel que le précise la norme du Groupe CSA N286-12, *Exigences relatives au système de gestion des installations nucléaires*. Par exemple, les évaluations à cette étape peuvent servir à déterminer si les programmes du système de gestion, et les méthodes de collecte de données et d'approvisionnement sont conformes aux exigences de la CCSN.

On recommande également que le demandeur tienne la CCSN informée des principaux jalons et principales activités liées à la caractérisation de l'emplacement. Les demandeurs sont invités à informer rapidement l'organisme de réglementation des demandes éventuelles d'examen préalable à l'autorisation par la CCSN, comme le programme de caractérisation de l'emplacement.

La CCSN peut observer les activités ou demander de l'information. Avant le dépôt d'une demande officielle, le personnel de la CCSN peut demander des données, des résultats et des documents découlant des activités de caractérisation de l'emplacement afin, par exemple, de procéder à une recherche indépendante.

## **2. Aperçu du processus d'implantation**

L'objectif du processus d'implantation, qui comprend la caractérisation de l'emplacement, consiste à sélectionner un emplacement qui, en plus d'une conception appropriée et d'une barrière artificielle, comporte des propriétés qui garantissent un confinement adéquat et l'isolement des radionucléides et des substances dangereuses pour éviter tout contact avec l'environnement pendant la période souhaitée, généralement la période d'évaluation [4].

Le processus de sélection d'un emplacement et la décision de choisir un emplacement particulier relèvent du demandeur de permis.

Les données recueillies lors des étapes préliminaires du processus d'implantation peuvent faire partie de la demande de permis initiale et du dossier de sûreté. L'information recueillie à cette étape peut servir d'information de base pour étayer la démonstration de sûreté tout au long du cycle de vie du DGP.

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a dégagé les quatre étapes suivantes pour le processus d'implantation d'un DGP [4] :

1. Étape de planification et de conceptualisation : collecte de données et interprétation
2. Étape des levés : cartographie et évaluation de la région
3. Étape de caractérisation de l'emplacement
4. Étape de confirmation de l'emplacement

La caractérisation de l'emplacement, qui est le thème du présent document de réglementation, commence au début de la recherche de l'emplacement et s'intensifie au fur et à mesure que progresse le processus d'implantation, jusqu'à la confirmation de l'emplacement [4].

Remarque : La transition d'une étape à une autre est quelque peu arbitraire en raison du chevauchement inévitable des activités d'implantation.

À la suite de la confirmation de l'emplacement et aux premières étapes du processus d'autorisation, les activités de caractérisation se poursuivent généralement jusqu'à la préparation de l'emplacement, la construction des installations et leur exploitation. Les activités de caractérisation sont maintenues à toutes ces étapes afin d'alimenter les données de base servant à la surveillance future des lieux, mais également pour confirmer les hypothèses formulées dans des dossiers de sûreté antérieurs et écarter les dernières incertitudes y figurant [4]. Les activités de caractérisation qui se poursuivent jusqu'à la fermeture du DGP sont généralement définies dans le cadre d'un programme de vérification géoscientifique. Le dossier de sûreté et l'évaluation de sûreté connexe doivent dégager les incertitudes en suspens et évaluer la solidité de l'installation afin qu'un programme de vérification géoscientifique puisse être mis sur pied, et qu'un programme de recherche soit élaboré et exécuté pour écarter ces incertitudes tout au long du cycle de vie du DGP.

## **2.1 Étape de planification et de conceptualisation**

L'étape de planification et de conceptualisation a pour but d'élaborer un plan global pour le processus de sélection du site et comprend la détermination des caractéristiques souhaitables qui servent de fondement à la deuxième étape, mais elle vise également à concevoir l'installation en fonction du type, du volume et du contenu en radionucléides des déchets radioactifs à confiner (pour plus d'information, consulter le REGDOC-2.11.1, Programme de gestion des déchets, Volume II : *Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs* [5] et la norme du Groupe CSA N292.0-14, *Principes généraux pour la gestion des déchets radioactifs et du combustible irradié*). Des critères d'évaluation de l'emplacement doivent être établis pour sélectionner ou rejeter des emplacements potentiels et, par la suite, choisir l'emplacement à privilégier.

## **2.2 Étape des levés**

L'étape des levés comprend l'évaluation des emplacements potentiels, un processus de cartographie géologique de la région et d'autres activités de caractérisation à l'échelle régionale (p. ex., levés géophysiques aéroportés). Il faut également tenir compte d'autres contraintes, notamment celles de nature technique et environnementale. Le but des activités menées à l'étape des levés consiste à alimenter le processus d'évaluation, qui permet de circonscrire les emplacements potentiels.

### **2.3 Étape de caractérisation de l'emplacement**

L'étape de caractérisation de l'emplacement comprend un travail intensif sur le terrain et des études en laboratoire, généralement pour recueillir des données propres au site sur diverses conditions, notamment son caractère adéquat sur les plans géologique, géochimique et géomécanique.

Les activités initiales de caractérisation de l'emplacement reposent sur des études scientifiques et un travail administratif de compilation des données et comprennent des levés géophysiques et le forage de puits, mais elles cessent dès le début des travaux d'excavation.

Les évaluations préliminaires de la sûreté doivent être terminées à cette étape afin de vérifier le caractère approprié du site pour accueillir un DGP et d'orienter les activités de caractérisation et de confirmation ultérieures. Ces évaluations peuvent également faire partie d'une analyse comparative des sites restants (le cas échéant), menant à la prochaine étape de confirmation de l'emplacement où des travaux intensifs plus précis sont menés sur un seul emplacement.

### **2.4 Étape de confirmation de l'emplacement**

La confirmation de l'emplacement comprend généralement un travail intensif et précis sur le terrain et des études en laboratoire, sur l'emplacement sélectionné. C'est à cette étape que l'on déterminera s'il est nécessaire de creuser un puits ou de construire une installation de recherche souterraine (IRS) pour obtenir plus d'information.

Une dernière évaluation de la sûreté doit être réalisée en fonction de toutes les données recueillies avant les étapes d'implantation et en combinaison avec l'information géologique et hydrogéologique obtenue, et l'information sur d'autres barrières, comme le système de barrières artificielles, la conception des silos et les caractéristiques des déchets nucléaires. Cette information peut être utilisée pour élaborer le dossier de sûreté qui sera présenté avec la demande de permis initiale (soit le permis autorisant la préparation de l'emplacement ou un permis combiné visant la préparation de l'emplacement et les travaux de construction).

## **3. Programme de caractérisation de l'emplacement**

Dans le cadre du processus d'implantation, le demandeur de permis doit préparer et mettre en œuvre un programme de caractérisation de l'emplacement pour l'installation du DGP proposée. Le programme doit fournir suffisamment d'information pour permettre une compréhension générale du site dans son état actuel et de la façon dont il devrait évoluer sur de longues périodes, prévues dans le dossier de sûreté [6]. Le programme de caractérisation de l'emplacement doit établir les conditions de base de l'emplacement et de l'environnement, dans leurs conditions actuelles; favoriser la compréhension de son évolution normale; dégager tout événement et processus associé au site qui pourrait perturber l'évolution normale du système du DGP; et permettre une bonne compréhension des effets sur la sûreté de toute caractéristique, ou de tout événement ou processus concernant le système du DGP [6].

Les données recueillies lors de la caractérisation de l'emplacement formeront la base des modèles descriptifs du site et des cadres géologiques, hydrogéologiques, géochimiques et géomécaniques sur lesquels reposera la sûreté à long terme des installations. Ces données serviront de fondement pour détecter des effets environnementaux possibles à court et à long terme à diverses étapes et pour effectuer un suivi tout au long du cycle de vie du DGP autorisé par la CCSN. Les données doivent inclure des renseignements pertinents à propos de l'emplacement et de la région.

Les données de base portent notamment sur la biosphère et la géosphère, et favorisent une bonne compréhension des conditions actuelles de l'emplacement, de son histoire géologique, et de son évolution probable au cours de l'échéancier du dossier de sûreté. Ces données fournissent l'information initiale requise pour les évaluations de la sûreté à l'étape de la conceptualisation et pendant la conception initiale des installations. Elles serviront de fondement à la première version du dossier de sûreté complet et à tout programme initial de vérification géoscientifique s'appliquant à l'emplacement, une fois sélectionné, ainsi qu'à son aménagement (peu importe l'étape), s'il est autorisé.

L'ordre des critères décrits dans les présentes ne suppose pas la priorité d'un élément de caractérisation sur un autre; la pertinence relative de certains critères reposera, dans certains cas, sur l'emplacement même. Certains critères fournis pour la collecte des données de base peuvent être insuffisants et ne constituer que des recommandations. D'autres approches et techniques novatrices qui portent sur des éléments additionnels de la caractérisation de l'emplacement sont également valides.

Dans le présent document, la période préalable à la fermeture d'un DGP comprend la préparation de l'emplacement, la construction, l'exploitation et le déclassement. La période post-fermeture ou à long terme suit la fermeture d'une installation de DGP, avec un échéancier de plusieurs dizaines de milliers d'années, ou plus [3].

### **3.1 Caractéristiques de l'emplacement I : environnement géologique**

Les données recueillies lors de l'étape de l'implantation sur les caractéristiques énoncées dans cette section forment une composante importante des évaluations de sûreté à long terme et du dossier de sûreté.

Les caractéristiques de l'environnement géologique servent à évaluer la sûreté à long terme d'un DGP. Les principaux facteurs de caractérisation de l'environnement géologique devraient inclure :

- les caractéristiques de confinement et d'isolement de la roche hôte : géologiques, hydrogéologiques, minéralogiques, chimiques et mécaniques
- la stabilité géologique passée et future de l'emplacement, dont l'orogénèse, la sismicité, la glaciation et l'activité volcanique
- une étendue suffisante de la roche hôte adéquate à la profondeur du dépôt
- les caractéristiques de l'emplacement qui permettent de développer un solide dossier de sûreté
- isolement démontré des eaux souterraines à la profondeur du dépôt sélectionné de tout réseau d'eaux souterraines en zone peu profonde
- les caractéristiques favorables à la sorption, à la précipitation ou à tout autre mécanisme pour limiter le rejet de contaminants et les mouvements hors du DGP
- faible possibilité d'intrusion humaine par inadvertance

Il importe de noter que pour les futures demandes de permis en vertu de la LSRN, des données quantitatives doivent être fournies en plus des descriptions qualitatives, dans la mesure du possible.

Au fur et à mesure que progresse le processus d'implantation, d'autres renseignements géologiques devront être recueillis pour vérifier le dossier de sûreté initial et le mettre à jour régulièrement par la suite. Même si le présent document d'orientation porte essentiellement sur

les activités de caractérisation de l'emplacement du processus d'implantation, il importe de souligner que la collecte de données doit se poursuivre jusqu'à la fermeture du DGP et, possiblement, pendant quelque temps après la fermeture, afin de vérifier et de mettre à jour le dossier de sûreté et garantir la sûreté à long terme du site.

Les facteurs géologiques clés qui sont utilisés pour évaluer l'évolution à long terme du dépôt sont démontrés par la documentation des caractéristiques suivantes.

### **3.1.1 Cadre géologique**

Les caractéristiques géologiques, combinées aux barrières artificielles et à la conception du DGP, doivent indiquer qu'un DGP à l'emplacement choisi demeurerait sécuritaire pendant toute la période de référence, soit des dizaines de milliers à des millions d'années.

Cette information doit inclure :

- le cadre tectonique
- la géologie structurale
- la stratigraphie
- le type de roche hôte choisie, sa prévisibilité, son étendue
- les caractéristiques de fracture : fréquence, orientation, minéralogie, espacement
- l'historique des cycles glaciaires
- la pétrologie
- les propriétés géomécaniques
- le potentiel de ressources naturelles

Le potentiel de ressources naturelles doit être évalué, préférablement sur des bases quantitatives, et inclure des données historiques et courantes.

### **3.1.2 Cadre hydrogéologique**

Comme pour le cadre géologique, les caractéristiques du cadre hydrogéologique doivent montrer que l'emplacement est adéquat. L'information doit inclure les données suivantes :

- définition des unités ou du régime hydrogéologiques régionaux
- conditions d'écoulement des eaux souterraines régionales et propres à l'emplacement
- débit
- orientation
- hydrogéologie des grandes unités rocheuses
- porosité
- conductivité hydraulique
- charges et gradients hydrauliques
- emplacement des principales zones d'utilisation d'eau, actuelles et futures (p. ex., puits d'eaux souterraines)

### **3.1.3 Géochimie**

Jumelées aux conditions géologiques et hydrogéologiques, les conditions géochimiques fournissent une information essentielle pour prédire la façon dont les contaminants pourraient migrer d'un DGP vers la biosphère. Il faut accorder une attention particulière aux propriétés

géochimiques qui peuvent avoir une incidence sur la migration de radionucléides vers les eaux souterraines.

L'information doit inclure les éléments suivants :

- minéralogie, y compris une étude pétrographique
- géochimie des eaux souterraines/eaux interstitielles
- taux de diffusion effectifs des radionucléides
- solubilité, spéciation et retardement des radionucléides
- corrosivité des eaux souterraines sur les barrières artificielles
- potentiel de production de gaz
- interaction eau-roche

Tout processus qui montre un potentiel de migration des radionucléides ou de retardement des installations de DGP vers l'environnement géologique doit être documenté.

### **3.1.4 Stabilité géologique**

L'emplacement doit être situé dans une région stable sur le plan sismique, avec un faible potentiel d'événements volcaniques ou sismiques. Il faut montrer que tout événement géologique réaliste pouvant survenir lors de la période d'évaluation n'aurait aucune incidence sur la capacité d'isolement et de confinement du DGP.

L'information à recueillir sur l'emplacement et la région comprend :

- des preuves d'activités tectoniques récentes ou historiques (néotectonique) – p. ex., information sur des failles et des mouvements de l'ère quaternaire, la liquéfaction du sol et le volcanisme
- les antécédents de sismicité à l'emplacement, documentation des séismes historiques, leur épicentre, magnitude et intensité, et leur récurrence (lien avec les données tectoniques de la région et la géologie structurale)
- la résistance du site aux futurs événements glaciaires, pendant la période visée par le dossier de sûreté, concernant les propriétés hydrogéologiques, géochimiques et géomécaniques des roches et l'historique de glaciation

### **3.1.5 Caractéristiques géomécaniques**

Les caractéristiques géomécaniques devraient être recueillies et utilisées pour évaluer la stabilité préalable à la fermeture et à long terme des excavations souterraines, ainsi que l'évolution de la zone de dommages autour de ces excavations.

Les caractéristiques géomécaniques comprennent :

- la magnitude et l'orientation du stress *in situ*
- les propriétés contrainte-déformation-force de la roche intacte, des fractures et de la masse rocheuse
- l'influence du temps, de la température, de l'anisotropie, de la pression du fluide interstitiel et d'autres facteurs pertinents sur les propriétés contrainte-déformation-force

### **3.2 Caractéristiques de l'emplacement II : environnement en surface**

Des données environnementales de base sont requises pour s'assurer que l'environnement sera adéquatement protégé et que les effets négatifs possibles seront atténués. Par exemple, ces données étayeront l'évaluation des interactions possibles avec l'environnement et leurs effets connexes potentiels. Les processus en surface, à l'emplacement, doivent être assez bien caractérisés pour garantir que des événements naturels, comme les inondations, les glissements de terrain et l'érosion, n'auront aucune incidence sur le fonctionnement sécuritaire du système de gestion des déchets radioactifs pendant la période préalable à la fermeture du DGP.

#### **3.2.1 Climat**

Les conditions climatiques à l'emplacement doivent être caractérisées pour que l'on puisse déterminer adéquatement les effets de conditions météorologiques extrêmes et les intégrer à la conception du DGP. Les conditions météorologiques doivent être mesurées à l'emplacement et aux stations météorologiques à proximité, lorsque cela est possible, et servir à prédire les effets possibles de précipitations extrêmes sur les systèmes hydrologiques et hydrogéologiques à l'emplacement. Ces données serviront également de données de base pour évaluer le transport des rejets dans l'atmosphère lors de la période préalable à la fermeture du DGP. Les données météorologiques minimales (soit le nombre d'années de données propres à l'emplacement) fournies doivent être justifiées par le demandeur, qui devra établir leur adéquation avec le type de projet et l'emplacement choisi. Les données climatiques normales (30 années de données climatiques) doivent également être fournies.

Les renseignements précis à recueillir comprennent :

- l'historique climatique local et régional et les tendances futures régionales et à plus vaste échelle
- les données météorologiques, qui doivent être recueillies à l'emplacement, à l'échelle locale et régionale, afin de prédire adéquatement les conditions météorologiques futures qui pourraient se manifester pendant la durée de vie du projet
- les caractéristiques des précipitations régionales et locales (précipitations et neige)
- les données sur les extrêmes et les moyennes de température, de précipitations, de neige, la vitesse des vents et tout autre phénomène naturel pertinent à l'emplacement
- les caractéristiques de dispersion atmosphérique et éolienne au regard des rejets possibles
- la probabilité de phénomènes climatiques extrêmes, comme des ouragans, tornades et fortes tempêtes hivernales
- le couvert de neige et gel au sol
- l'évapotranspiration : évaporation et transpiration des sols, des plans d'eau et des plantes
- la dynamique des glaces sur les lacs et cours d'eau
- la qualité de l'air

#### **3.2.2 Environnement aquatique et terrestre**

La caractérisation de l'emplacement devrait contribuer à l'identification des composantes valorisées de l'écosystème qui serviront de paramètres ultimes des évaluations environnementales. Il faudra également établir des paramètres ultimes de mesure appropriés. Si possible, on s'attardera à la documentation d'attributs spécifiques et à la justification de leur sélection pour l'évaluation. Les composantes de l'écosystème doivent être suffisamment

détaillées pour permettre de mesurer leur importance, leur interaction possible avec le projet et le potentiel d'effets environnementaux découlant des activités du projet. Pour entreprendre ce travail de caractérisation, il faudra tenir compte des aspects radiologiques et non radiologiques d'un support donné (p. ex., qualité du sol).

Les éléments de l'écologie aquatique qui devraient être caractérisés dans la zone d'intérêt comprennent :

- la qualité des eaux de surface
- la qualité des sédiments
- les communautés phytoplanctoniques
- les macrophytes aquatiques
- les communautés zooplanctoniques
- les macroinvertébrés benthiques
- le poisson
- l'habitat du poisson
- les espèces désignées « en péril »

Les éléments de l'écologie terrestre qui devraient être caractérisés dans la zone d'intérêt comprennent :

- la qualité du sol
- la végétation
- la faune
- l'habitat terrestre
- les espèces désignées « en péril »

Les aspects et le niveau de détail des descriptions de chacune des composantes ci-dessus doivent être proportionnels au potentiel d'interactions.

### **3.2.3 Topographie, hydrologie et inondations**

Les réseaux hydrographiques de la région doivent être évalués pour mesurer la capacité de confinement du site pendant la période préalable à la fermeture du DGP. Le réseau de ruisseaux, de lacs, d'étangs et de terres humides à proximité de l'emplacement sélectionné doit être caractérisé pour évaluer le potentiel d'inondation, d'érosion, de transport de sédiments, et les répercussions connexes.

L'information à recueillir et à évaluer comprend :

- la topographie du site et ses caractéristiques hydrographiques, notamment les limites des bassins hydrographiques récepteurs (étendue, forme)
- la magnitude et la fréquence des inondations dans la région
- l'emplacement des plans d'eau en surface
- le gradient du terrain en surface
- la densité du réseau hydrographique
- la pente des principaux cours d'eau
- l'identification et la caractérisation des zones d'alimentation et d'évacuation des eaux souterraines (y compris les plans d'eau récepteurs)
- le bilan hydrique des bassins hydrographiques

- les caractéristiques régionales et locales de la nappe aquifère, et leurs caractères saisonniers

Pour les emplacements situés le long d'un lac ou en bord de mer, il faut tenir compte du potentiel d'inondation résultant de tsunamis, de seiches ou de vagues sismiques océaniques.

### **3.2.4 Caractérisation de la géomorphologie**

La géomorphologie existante d'un emplacement permet de comprendre l'historique géologique quaternaire d'une région, une information pertinente pour l'implantation d'un DGP. Elle contribue également à la caractérisation géotechnique et comprend :

- la distribution des formes de terrain et l'épaisseur de la matière en surface (profondeur jusqu'au substrat rocheux)
- la documentation concernant les dépôts de surface et toute ressource en agrégats, existante ou potentielle
- l'historique géologique du quaternaire

Cette information peut être obtenue au moyen :

- de la cartographie topologique
- de l'interprétation de photographies aériennes
- d'échantillons du sol afin d'évaluer les processus de transport et de dépôt des sols.

### **3.2.5 Caractérisation géotechnique des dépôts de surface**

La caractérisation géotechnique des dépôts de surface est importante, puisque l'intégrité de l'infrastructure de surface pourrait être affectée par les propriétés géotechniques des matériaux des morts-terrains pendant la période préalable à la fermeture du DGP. On accordera une attention particulière à la stabilité de la pente, aux activités d'excavation, à la stabilité physique et à la dégradation des stocks de déchets, à la stabilité des fondations de l'installation, à la qualité des barrières construites au moyen de matériaux des morts-terrains ou de tout autre matériel, au tassement des déchets, au tassement des protections de l'installation, ou aux dommages causés à ces installations, ou à tout autre problème qui pourrait entraîner une infiltration d'eau et la migration des contaminants.

Les études géotechniques devraient inclure un échantillonnage géotechnique standard, des investigations sur le terrain et des études en laboratoire visant à évaluer :

- les occurrences antérieures de glissements de terrain et d'autres cas d'instabilité des sols dans la région
- les propriétés du sol (granulométrie, plasticité, dispersion, propriétés cohésives, etc.)
- les paramètres de résistance au cisaillement
- la capacité portante du matériel de fondation
- le potentiel de liquéfaction du granulat
- les propriétés de compactage
- la conductivité hydraulique
- d'autres propriétés propres au site ou à la conception de l'installation

#### **4. Activités humaines et utilisation du territoire**

Le processus d'implantation permet de recueillir de l'information qui pourra faire partie du dossier de sûreté d'un DGP. L'information sur les activités humaines passées, actuelles et futures à l'emplacement ou à proximité du site doit être recueillie et les répercussions possibles de ces activités doivent être évaluées.

Pour limiter les effets négatifs de l'activité humaine et de l'utilisation du territoire, il faut tenir compte de ce qui suit :

- les ressources ayant une valeur économique (p. ex., puits d'eau souterraine, minerais)
- les activités d'exploitation du territoire conflictuelles, connues et potentielles, à l'emplacement
- les activités minières ou d'exploration minière en cours et historiques – forages, puits et autres caractéristiques qui pourraient entraîner de l'instabilité ou ouvrir des voies de migration pour les radionucléides.

#### **5. Acquisition de données et activités de vérification**

Le demandeur de permis doit montrer dans sa demande que les résultats des activités de caractérisation du site sont exacts, complets, reproductibles, traçables et vérifiables.

##### **5.1 Système de gestion**

En vertu de l'alinéa 3(1)k) du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, le demandeur d'un permis doit décrire sa structure de gestion, y compris la répartition interne des fonctions, des responsabilités et des pouvoirs. L'alinéa 3d) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* précise que le demandeur doit proposer le système de gestion pour l'activité visée, y compris les mesures qui seront prises pour promouvoir une culture de sûreté et l'appuyer. Le caractère adéquat du programme d'assurance de la qualité (système de gestion) d'un permis est évalué par le personnel de la CCSN. En instaurant un système de gestion, l'organisation fait la preuve de sa conformité, s'assure de se conformer aux exigences de façon uniforme, se fixe des priorités et améliore continuellement son fonctionnement.

Le demandeur de permis doit élaborer et mettre en œuvre un système de gestion pour la caractérisation de l'emplacement, conformément aux exigences précisées dans la norme du Groupe CSA N286-12, *Exigences relatives au système de gestion des installations nucléaires* [7].

Les sujets abordés dans la documentation encadrant le système de gestion devraient inclure les exigences générales et spécifiques liées aux processus et pratiques de caractérisation de l'emplacement.

##### **5.2 Programme de gestion des données**

L'intégrité, l'exactitude et l'exhaustivité de l'information et des données générées à l'issue des activités de caractérisation du site sont de la plus haute importance. Le demandeur de permis doit garantir l'uniformité et la qualité des données utilisées pour élaborer le dossier de sûreté qui étaye toute demande officielle de permis.

Le demandeur de permis doit instaurer des programmes d'assurance et de contrôle de la qualité pour garantir la qualité des données et leur traçabilité. Les programmes doivent viser la production de preuves documentaires servant à montrer que le niveau de qualité requis a été atteint. Si possible, les données devraient être recueillies, présentées, enregistrées et archivées selon des protocoles normalisés et contrôlés. Les données doivent être compilées dans un format qui facilite leur examen, leur comparaison, la détection des lacunes et un examen indépendant. Pour chaque composante de la caractérisation de l'emplacement, la documentation doit clairement indiquer les propriétés étudiées, les méthodes de collecte et d'analyse des données employées, les résultats et les hypothèses et incertitudes dégagées.

Le processus d'évaluation des données et la détermination des paramètres liés à l'emplacement englobent des analyses et des jugements techniques et de génie qui exigent une vaste expérience et des connaissances approfondies. Dans de nombreux cas, les paramètres et les analyses peuvent ne pas se prêter eux-mêmes à une vérification directe par des inspections, des essais ou autres techniques qu'il est possible de définir et de contrôler de façon précise. Par conséquent, ces évaluations doivent être examinées et vérifiées par des tiers ou des groupes indépendants (p. ex., examen par les pairs) distincts de ceux qui ont exécuté le travail initial. Les examens doivent être effectués à différentes étapes du processus d'implantation, conformément aux instructions et procédures de travail.

### **5.3 Procédures d'échantillonnage et d'essai**

La caractérisation du site est nécessaire pour confirmer, préciser et ajuster les interprétations initiales fondées sur des données initiales obtenues aux premières étapes de l'implantation. Les activités suivantes (le cas échéant) peuvent également servir à obtenir les données nécessaires pour guider les phases de développement futures et les mises à jour des évaluations et du dossier de sûreté :

- compilation de données géoscientifiques
- levés géophysiques aéroportés (p. ex., magnétiques, gravimétriques)
- cartographie géologique
- essais des propriétés géochimiques de la roche
- forage de puits

La caractérisation de l'emplacement comprend la collecte de données fiables sur les conditions souterraines, données qui ne peuvent être obtenues qu'en effectuant divers essais entre les puits et dans les puits forés spécifiquement à cette fin. Par conséquent, le programme de caractérisation de l'emplacement doit décrire ce qui suit :

- nombre, emplacement et type (p. ex., foreuse à diamant ou à percussion d'air) des puits à forer à l'emplacement
- fonction de chaque puits et orientation, longueur et diamètre prévus
- types de lubrifiants et de traceurs fluides de forage qui seront employés
- types de contrôles de déviation des puits afin d'en diriger l'orientation, et fréquence
- principales spécifications de récupération, intervalles d'échantillonnage et principales procédures d'entreposage et d'enregistrement des données, ou procédures d'entreposage, d'enregistrement des données et d'échantillonnage des éclats
- nombre et type d'essais physiques à effectuer sur les principaux échantillons ou sur les éclats
- horaire de forage et temps d'arrêt pour effectuer les tests

- types d'essais hydrogéologiques (essais en cours de forage, essais par impulsion, essais par traceurs, etc.) à effectuer dans le cadre du programme de forage
- échantillons d'eaux souterraines à recueillir lors du forage et types d'analyses à effectuer
- procédures d'exécution et de conception du puits (évacuation, coffrage et scellage)
- procédures de scellage du puits qui seront suivies si le puits doit être abandonné

On aura recours à un programme de contrôle et d'assurance de la qualité des puits pour s'assurer que les objectifs du programme de forage sont atteints et contrôlés, ce qui comprend :

- la tenue d'un journal de forage par un géologue qualifié, sur le lieu du forage; ce dernier consignera les activités de forage et autres activités connexes, comme le nettoyage des tiges de forage avant le début des travaux, l'installation de coffrage de surface et les procédures d'injection de coulis, le taux de pénétration de forage, la récupération de matériaux, les intervalles de production d'eau et leur débit, la quantité de fluide de forage ajouté et les zones de pertes d'eau, les mesures de concentration des traceurs dans le fluide de forage et l'eau de retour, les ajouts de lubrifiants de forage, le développement du puits par rapport à l'enlèvement des déblais de forage résiduels et du fluide de forage, et l'information sur les échantillons de matériaux ou d'éclats
- la prise en note de renseignements sur le niveau d'eau « statique » lors des arrêts de forage et la composition chimique des eaux souterraines ramenées à la surface lors du forage des puits par percussion d'air, et les procédures suivies pour recueillir et conserver ces échantillons d'eau
- la réalisation de levés des puits post-forage pour confirmer que le puits respecte la profondeur, le diamètre et l'orientation établis
- la création d'un dossier électronique qui documente toutes les activités de forage et toutes les mesures

#### **5.4 Intégration et interprétation**

La caractérisation du site comprend la quantification et l'interprétation d'un grand nombre de composantes physiques et environnementales qui interagissent les unes avec les autres à divers degrés. Il en résulte plusieurs systèmes de composantes liées ou en interaction plus ou moins indépendants. Les composantes de chaque système sont généralement interprétées pour développer un modèle du site pour ce système. Par exemple, la distribution stratigraphique, pétrologique et spatiale du stress *in situ* peut être interprétée pour donner lieu à un modèle conceptuel de la géologie structurelle actuelle et historique du site, alors que la distribution minéralogique de la matrice rocheuse et de l'obturation des fractures peut être interprétée pour générer un modèle distinct de l'évolution géologique du site.

Chaque discipline des sciences et du génie peut contribuer à un ou plusieurs modèles de site indépendants. Cela s'avère particulièrement pour la géochimie, où plusieurs systèmes chimiques indépendants coexistent. Comme tous ces systèmes chimiques et physiques coexistent sur le même site, les modèles indépendants dérivés de chacun de ces systèmes doivent être cohérents. Par exemple, il ne doit y avoir aucune incohérence entre les modèles évolutifs fondés sur la minéralisation et les méthodes de datation.

Les différents modèles de site découlant de différents levés et des diverses disciplines doivent alors être intégrés dans un modèle unique cohérent de l'historique géologique et hydrogéologique du site, de ses conditions actuelles et de son évolution prévue (sans perturbation). Le modèle des conditions actuelles d'un site fournit les renseignements nécessaires au travail de conception.

L'historique du site montre comment le site a réagi aux perturbations antérieures. En extrapolant l'historique du site aux conditions actuelles, on obtient un modèle de la façon dont le site devrait évoluer s'il n'est pas perturbé. L'application des estimations des perturbations imposées à l'installation prévue et de la réaction du site aux perturbations antérieures au modèle évolutif du site sans perturbations devrait donner lieu à un modèle de l'évolution anticipée du site et de son installation.

L'intégration et l'interprétation des caractéristiques du site sont documentées dans un rapport de géosynthèse, qui constitue un document d'accompagnement important pour étayer le dossier de sûreté.

## **6. Installations pour les activités de vérification et caractérisation**

Une installation de recherche souterraine (IRS) est une installation généralement construite en profondeur pour constituer un environnement permettant de recueillir de l'information et de favoriser la formation. Elle sert à définir la composition géologique, à mener des expériences, à tester les équipements et les concepts, et à démontrer la faisabilité d'un DGP.

De nombreuses caractéristiques géoscientifiques ne peuvent être obtenues au moyen des activités menées en surface. Par conséquent, les activités de vérification et de caractérisation (p. ex., excavation et recherche généralement effectuée dans une installation de recherche souterraine) constituent une pratique exemplaire d'autres pays en ce qui a trait aux DGP destinés aux déchets radioactifs de haute activité, y compris le combustible usé [8]. Ces activités atténuent les incertitudes et, par conséquent, renforcent le dossier de sûreté.

L'aménagement d'une installation de recherche souterraine est un processus qui prend énormément de temps et il peut s'écouler une longue période entre la sélection d'un site potentiel et la mise en service d'une telle installation sur le site. Par conséquent, on recommande de commencer la planification d'une telle installation le plus tôt possible dans le cadre du processus d'implantation, et de renforcer l'appui et l'expertise en utilisant des installations similaires déjà disponibles.

Le demandeur de permis doit discuter de ses plans avec la CCSN rapidement afin que l'organisme puisse vérifier les caractéristiques du site, comme une installation de recherche souterraine ou une installation similaire, et ainsi clarifier le processus d'approbation en vertu de la réglementation et définir les activités de caractérisation du site. Ces consultations sont également requises pour connaître les activités de caractérisation qui ne requièrent pas de permis de la CCSN pour la préparation du site ou un permis de construction.

## Glossaire

Pour les définitions des termes employés dans le présent document, consultez le [REGDOC-3.6, Glossaire de la CCSN](#), qui comprend les termes et les définitions employés dans la [Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires](#) et ses règlements d'applications, et les documents de réglementation de la CCSN. Le REGDOC-3.6 est fourni à titre de référence et d'information.

## Bibliographie

1. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), *Glossaire de sûreté de l'AIEA : Terminologie employée en sûreté nucléaire et radioprotection, Édition 2007*, Vienne, 2007.
2. Groupe CSA, CSA N292.0-14, *Principes généraux pour la gestion des déchets radioactifs et du combustible irradié*, Mississauga, 2014.
3. IAEA, Draft TECDOC, *Managing integration of pre-closure activities and post-closure safety in the Safety Case for Geological Disposal*.
4. IAEA, IAEA Safety Standards Series, No. SSG-14, *Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste*, Vienna, 2011.
5. Commission canadienne de sûreté nucléaire, REGDOC-2.11.1, Programme de gestion des déchets, Volume II : Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs, Ottawa, 2018.
6. Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest, *Report : Radioactive Waste Disposal Facilities Safety Reference Levels*, 2014.
7. Groupe CSA, CSA N286-12, *Exigences relatives au système de gestion des installations nucléaires*, 2012.
8. IAEA, Safety Standards Series, No. SSG-23, *The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste*, Specific Safety Guide, Vienna, 2012.
9. IAEA, IAEA Safety Standards Series, No. GSG-1, *Classification of Radioactive Waste*, Vienna, 2009.
10. AIEA, Collection Normes de sûreté de l'AIEA, N° SSR-5, *Stockage définitif des déchets radioactifs*, Vienne 2011.

## Série de documents d'application de la réglementation de la CCSN

Les installations et activités du secteur nucléaire du Canada sont réglementées par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). En plus de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et de ses règlements d'application, il pourrait y avoir des exigences en matière de conformité à d'autres outils de réglementation, comme les documents d'application de la réglementation ou les normes.

Depuis avril 2013, la collection de documents d'application de la réglementation actuels et prévus de la CCSN comporte trois grandes catégories et vingt-six séries, selon la structure ci-dessous. Les documents d'application de la réglementation font partie de l'une de séries suivantes.

### 1.0 Installations et activités réglementées

- Série
- 1.1 Installations dotées de réacteurs
  - 1.2 Installations de catégorie IB
  - 1.3 Mines et usines de concentration d'uranium
  - 1.4 Installations de catégorie II
  - 1.5 Homologation d'équipement réglementé
  - 1.6 Substances nucléaires et appareils à rayonnement

### 2.0 Domaines de sûreté et de réglementation

- Série
- 2.1 Système de gestion
  - 2.2 Gestion de la performance humaine
  - 2.3 Conduite de l'exploitation
  - 2.4 Analyse de la sûreté
  - 2.5 Conception matérielle
  - 2.6 Aptitude fonctionnelle
  - 2.7 Radioprotection
  - 2.8 Santé et sécurité classiques
  - 2.9 Protection de l'environnement
  - 2.10 Gestion des urgences et protection-incendies
  - 2.11 Gestion des déchets
  - 2.12 Sécurité
  - 2.13 Garanties et non-prolifération
  - 2.14 Emballage et transport

### 3.0 Autres domaines de réglementation

- Série
- 3.1 Exigences relatives à la production de rapports
  - 3.2 Mobilisation du public et des Autochtones
  - 3.3 Garanties financières
  - 3.4 Délibérations de la Commission
  - 3.5 Processus et pratiques de la CCSN
  - 3.6 Glossaire de la CCSN

**Remarque :** Les séries de documents d'application de la réglementation pourraient être modifiées périodiquement par la CCSN. Chaque série susmentionnée peut comprendre plusieurs documents d'application de la réglementation. Pour obtenir la plus récente liste de documents d'application de la réglementation, veuillez consulter le [site Web de la CCSN](#).