



guide  
d'application de la  
réglementation

G-320

# Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs

Décembre 2006

## GENRES DE DOCUMENTS D'APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION

Les documents d'application de la réglementation appuient le cadre de réglementation de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Ils précisent les attentes formulées en termes généraux dans la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et ses règlements d'application et, de ce fait constituent l'un des principaux outils de gestion sur lesquels la CCSN s'appuie pour s'acquitter de ses obligations en vertu de la loi.

Les *politiques, normes et guides d'application de la réglementation* sont les documents réglementaires que la CCSN publie le plus souvent. Les politiques réglementaires ont un caractère plus général; elles orientent les normes et les guides réglementaires qui servent d'instruments d'intervention. Au besoin, lorsqu'une question doit être portée rapidement à l'attention de parties intéressées, la CCSN fait appel à un quatrième type de document d'élaboration plus rapide, l'*avis d'application de la réglementation*.

**Politique d'application de la réglementation (P) :** la politique d'application de la réglementation décrit la philosophie, les principes ou les facteurs fondamentaux qui encadrent les activités de réglementation associées à un sujet ou à un domaine particulier. Elle explique pourquoi une activité de réglementation est justifiée et, par conséquent, elle apporte plus d'uniformité à l'interprétation des exigences réglementaires.

**Norme d'application de la réglementation (S) :** la norme d'application de la réglementation précise les attentes de la CCSN à l'égard du titulaire de permis, et devient une exigence légale lorsqu'elle est mentionnée par renvoi dans un permis ou un autre instrument contraignant. La norme réglementaire explique en détail les résultats auxquels la CCSN s'attend de la part des titulaires de permis.

**Guide d'application de la réglementation (G) :** le guide d'application de la réglementation explique au titulaire de permis la façon dont il doit satisfaire aux exigences et attentes de la CCSN, et lui propose une approche à l'égard des aspects de ces exigences et attentes qui s'appliquent à ses activités autorisées.

**Avis d'application de la réglementation (N) :** L'avis d'application de la réglementation avise les titulaires de permis et autres parties intéressées des questions importantes qui nécessitent une intervention prompte.

guide  
d'application de la réglementation

G-320

**ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ À LONG TERME DE LA  
GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS**

Publié par la  
Commission canadienne de sûreté nucléaire  
Décembre 2006

*Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs*  
guide d'application de la réglementation G-320

Publié par la Commission canadienne de sûreté nucléaire

© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2006

La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source 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.

Numéro de catalogue : CC173-3/2-320F-PDF  
ISBN : 978-0-662-73103-0

This document is also available in English under the title *Assessing the Long Term Safety of Radioactive Waste Management*.

### **Disponibilité du présent document**

Le document peut être consulté sur le site web de la CCSN à [www.suretenucleaire.gc.ca](http://www.suretenucleaire.gc.ca). Pour en obtenir un exemplaire, en français ou en anglais, veuillez communiquer avec :

Bureau des communications et des affaires réglementaires  
Commission canadienne de sûreté nucléaire  
C.P. 1046, Succursale B  
280, rue Slater  
Ottawa, Ontario, CANADA, K1P 5S9

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (Canada seulement)  
Télécopieur : 613-992-2915  
Courriel : [info@cnsccsn.gc.ca](mailto:info@cnsccsn.gc.ca)

# TABLE DE MATIÈRES

|            |   |          |
|------------|---|----------|
| <b>1.0</b> | <b>BUT .....</b>  | <b>2</b> |
| <b>2.0</b> | <b>PORTÉE.....</b>  | <b>2</b> |
| <b>3.0</b> | <b>LOI APPLICABLE.....</b>  | <b>2</b> |
| 3.1        | Aperçu .....  | 2        |
| 3.2        | Exigences contenues dans les dispositions législatives.....                   | 2        |
| <b>4.0</b> | <b>CONTEXTE .....</b>   | <b>2</b> |
| 4.1        | Systèmes de gestion des déchets pour le stockage à long terme et l'évacuation | 2        |
| 4.2        | Gestion à long terme .....  | 2        |
| 4.3        | Aspects des évaluations de sûreté à long terme.....                           | 2        |
| 4.3.1      | Choix de la méthode.....  | 2        |
| 4.3.2      | Optimisation de la conception.....  | 2        |
| 4.3.3      | Examen des évaluations.....   | 2        |
| <b>5.0</b> | <b>ÉLABORATION D'UN DOSSIER DE SÛRETÉ À LONG TERME.....</b>                   | <b>2</b> |
| 5.1        | Évaluation de la sûreté .....   | 2        |
| 5.1.1      | Arguments additionnels .....  | 2        |
| 5.2        | Utilisation de stratégies d'évaluation différentes .....                      | 2        |
| 5.2.1      | Évaluations d'établissement de la portée et évaluations limitatives .....     | 2        |
| 5.2.2      | Meilleures estimations réalistes vs. surestimations prudentes .....           | 2        |
| 5.2.3      | Calculs déterministes et probabilistes .....                                  | 2        |
| 5.3        | Solidité du système et analogues naturels.....                                | 2        |
| 5.4        | Utilisation des indicateurs complémentaires de sûreté .....                   | 2        |
| <b>6.0</b> | <b>DÉFINITION DES CRITÈRES D'ACCEPTATION .....</b>                            | <b>2</b> |
| 6.1        | Aperçu .....  | 2        |
| 6.2        | Critères pour la protection des personnes et de l'environnement .....         | 2        |
| 6.2.1      | Radioprotection des personnes.....  | 2        |
| 6.2.2      | Protection des personnes contre les substances dangereuses .....              | 2        |
| 6.2.3      | Radioprotection de l'environnement .....                                      | 2        |
| 6.2.4      | Protection de l'environnement contre les substances dangereuses.....          | 2        |
| <b>7.0</b> | <b>ÉVALUATIONS À LONG TERME .....</b>   | <b>2</b> |
| 7.1        | Choix de la méthode appropriée .....  | 2        |
| 7.1.1      | Loi canadienne sur l'évaluation environnementale.....                         | 2        |
| 7.1.2      | Environnement Canada.....   | 2        |
| 7.1.3      | Santé Canada.....   | 2        |
| 7.1.4      | Conseil canadien des ministres de l'environnement.....                        | 2        |
| 7.1.5      | Agence internationale de l'énergie atomique.....                              | 2        |

|            |  |          |
|------------|--|----------|
| 7.2        | Contexte de l'évaluation .....   | 2        |
| 7.2.1      | Mandat.....  | 2        |
| 7.2.2      | Exigences réglementaires à satisfaire .....                                  | 2        |
| 7.2.3      | Critères à respecter .....   | 2        |
| 7.2.4      | Approche suivie pour démontrer la sûreté.....                                | 2        |
| 7.3        | Description du système .....   | 2        |
| 7.3.1      | Caractéristiques du site .....   | 2        |
| 7.3.2      | Système de gestion des déchets.....  | 2        |
| 7.4        | Échelles temporelles de l'évaluation .....                                   | 2        |
| 7.5        | Scénarios d'évaluation .....   | 2        |
| 7.5.1      | Scénario d'évolution normale .....   | 2        |
| 7.5.2      | Scénarios d'événements perturbateurs, y compris l'intrusion humaine.....     | 2        |
| 7.5.3      | Contrôles institutionnels.....   | 2        |
| 7.5.4      | Identification des groupes critiques et des récepteurs environnementaux      | 2        |
| 7.6        | Élaboration et utilisation de modèles d'évaluation.....                      | 2        |
| 7.6.1      | Élaboration des modèles d'évaluation .....                                   | 2        |
| 7.6.2      | Confiance dans les outils de calcul.....                                     | 2        |
| 7.6.3      | Confiance dans les modèles d'évaluation .....                                | 2        |
| <b>8.0</b> | <b>INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS .....</b>                                    | <b>2</b> |
| 8.1        | Comparaison des résultats d'évaluation avec les critères d'acceptation ..... | 2        |
| 8.2        | Analyse des incertitudes .....   | 2        |
|            | <b>GLOSSAIRE .....</b>   | <b>2</b> |
|            | <b>DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE .....</b>  | <b>2</b> |

# ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ À LONG TERME DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

## 1.0 BUT

Le but du présent guide d'application de la réglementation est d'aider les personnes qui font une première demande de permis et les titulaires de permis qui souhaitent le renouveler à évaluer la sécurité à long terme de la gestion des déchets radioactifs.

## 2.0 PORTÉE

Le présent document décrit les démarches d'évaluation des incidences possibles à long terme des méthodes employées pour le stockage et l'évacuation des déchets radioactifs sur l'environnement et sur la santé et la sécurité des personnes. Parmi les thèmes abordés, mentionnons notamment :

1. les facteurs d'entretien et de maintenance à long terme;
2. l'établissement des objectifs post-déclassement;
3. l'établissement des critères d'évaluation;
4. les stratégies d'évaluation et le niveau de détail;
5. l'établissement des échéanciers et la définition des scénarios d'évaluation;
6. l'identification des récepteurs et des groupes critiques; et
7. l'interprétation des résultats d'évaluation.

Le présent guide porte sur l'évaluation de la sûreté à long terme pour appuyer les demandes de permis et comprend des discussions sur les méthodes, les structures et les démarches en matière d'évaluation. Toutefois, le présent guide ne porte pas sur certains autres sujets qui sont aussi abordés lors du processus d'obtention de permis, tels que la caractérisation des déchets, l'évaluation des opérations dans les installations, le transport des déchets, l'acceptabilité sociale ou la faisabilité économique des méthodes de gestion à long terme.

L'orientation contenue dans ce document n'est pas applicable entièrement à chaque évaluation. L'applicabilité de l'ensemble ou d'une partie du présent guide sera déterminée par le demandeur d'après :

1. la nature et l'objet de l'évaluation;
2. le risque posé par les déchets radioactifs; et
3. les conséquences d'une décision erronée basée sur l'évaluation.

## 3.0 LOI APPLICABLE

### 3.1 Aperçu

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) est l'autorité fédérale qui réglemente le développement, l'utilisation et la production de l'énergie et des matières nucléaires, ainsi que la production, la possession et l'utilisation des substances nucléaires, de l'équipement réglementé et des renseignements réglementés, afin de protéger la santé, la sûreté, la sécurité et l'environnement, et de respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie.

Les personnes ou organismes doivent être titulaires d'un permis de la CCSN pour pouvoir réaliser les activités précisées à l'article 26 de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) et ses règlements, qui stipulent les conditions préalables à une autorisation de la part de la CCSN, de même que les obligations des titulaires et des travailleurs.

Dans la réglementation prise en application de la Loi, on énonce les types de permis nécessaires tout au long du cycle de vie des diverses installations. Parmi ces permis relatifs aux installations, mentionnons :

1. permis de préparation de site;
2. permis de construction (parfois jumelé à un permis de préparation du site);
3. permis d'exploitation;
4. permis de déclassement; et
5. permis d'abandon.

Les renseignements à fournir pour une demande de permis doivent inclure une évaluation des effets sur l'environnement et sur la santé et la sécurité des personnes, pouvant découler des activités visées par le permis. Cette évaluation permet à la CCSN de déterminer si le demandeur prendra les mesures nécessaires pour protéger l'environnement, ainsi que la santé et la sécurité des personnes.

Puisqu'on n'identifie pas dans la LSRN ou les règlements connexes une période limite pour l'application de ces mesures, l'évaluation doit comprendre une analyse des effets possibles à long terme découlant de la contamination par les déchets radioactifs ou de la contamination résiduelle. Par conséquent, l'évaluation de la sûreté à long terme fait partie des renseignements requis dans les demandes à toutes les étapes du processus d'autorisation.

Comme la LSRN et ses règlements comportent des dispositions sur la protection de l'environnement et des personnes, les évaluations à long terme devraient traiter des incidences sur les humains et le biote non humain imputables à la fois aux constituants radioactifs et non radioactifs dangereux des déchets radioactifs, tel qu'indiqué dans la politique d'application de la réglementation P-290, *Gestion des déchets radioactifs* (CCSN, 2004).

### 3.2 Exigences contenues dans les dispositions législatives

Les exigences associées à la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs sont contenues dans plusieurs parties de la LSRN et ses règlements. Celles-ci comprennent, sans toutefois s'y limiter, les dispositions suivantes :

1. l'alinéa 12(1)c) du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* exige que le titulaire de permis « prend toutes les précautions raisonnables pour protéger l'environnement, préserver la santé et la sécurité des personnes et maintenir la sécurité »;
2. l'alinéa 4d) du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* exige que la demande de permis pour abandonner des substances nucléaires, des installations nucléaires, de l'équipement réglementé ou des renseignements réglementés contienne, en plus des autres renseignements prescrits, de l'information sur « les effets que l'abandon peut avoir sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets »;
3. l'alinéa 3k) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* stipule que la demande de permis visant une installation nucléaire de catégorie I, autre qu'un permis d'abandon, comprenne « le plan proposé pour le déclassement de l'installation nucléaire ou de l'emplacement »;
4. il est stipulé à l'alinéa 4e) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* que la demande de permis pour préparer l'emplacement d'une installation nucléaire de catégorie I doit, outre les renseignements prescrits ailleurs, préciser « les effets sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes que peut avoir l'activité visée par la demande, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets »;
5. l'alinéa 5f) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* précise que la demande de permis pour construire une installation nucléaire de catégorie I doit comprendre, entre autres, « un rapport préliminaire d'analyse de la sûreté démontrant que la conception de l'installation nucléaire est adéquate »;
6. l'alinéa 5i) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* exige que l'on fournisse, dans la demande, des renseignements sur « les effets sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes que peuvent avoir la construction, l'exploitation et le déclassement de l'installation nucléaire, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets »;
7. l'alinéa 5j) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* stipule que l'on doit fournir des renseignements sur « l'emplacement proposé des points de rejet, les quantités et les concentrations maximales proposées, ainsi que le volume et le débit d'écoulement prévus des rejets de substances nucléaires et de substances dangereuses dans l'environnement, y compris leurs caractéristiques physiques, chimiques et radiologiques »;

8. l'alinéa 5k) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* exige que l'on fournisse de l'information sur « les mesures proposées pour contrôler les rejets de substances nucléaires et de substances dangereuses dans l'environnement »;
9. l'alinéa 6c) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* exige que la demande de permis pour exploiter une installation nucléaire de catégorie I doit comporter « un rapport final d'analyse de la sûreté démontrant que la conception de l'installation nucléaire est adéquate »;
10. à l'alinéa 6h) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, on exige des renseignements sur « les effets sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes que peuvent avoir l'exploitation et le déclassement de l'installation nucléaire, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets »;
11. à l'alinéa 6i) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, on exige des renseignements sur « l'emplacement proposé des points de rejet, les quantités et les concentrations maximales proposées, ainsi que le volume et le débit d'écoulement prévus des rejets de substances nucléaires et de substances dangereuses dans l'environnement, y compris leurs caractéristiques physiques, chimiques et radiologiques »;
12. à l'alinéa 6j) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, on exige des renseignements sur « les mesures proposées pour contrôler les rejets de substances nucléaires et de substances dangereuses dans l'environnement »;
13. aux alinéas 7f) et 7k) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, on exige que la demande de permis pour déclasser une installation nucléaire de catégorie I contienne, outre les autres renseignements prescrits, de l'information sur « les effets que les travaux de déclassement peuvent avoir sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets » et « une description de l'état prévu de l'emplacement après l'achèvement des travaux de déclassement »;
14. l'alinéa 8a) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* dispose que la demande de permis pour abandonner une installation nucléaire de catégorie I doit préciser, outre les renseignements exigés aux articles 3 et 4 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, « les résultats du déclassement »;
15. le sous-alinéa 3a)(viii) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium* exige que la demande de permis visant une mine ou une usine de concentration d'uranium, autre que le permis d'abandon, doit comprendre les renseignements suivants, outre ceux exigés à l'article 3 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, à savoir « le plan proposé pour le déclassement de la mine ou de l'usine de concentration »;
16. le sous-alinéa 3c)(iii) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium* stipule que la demande de permis visant une mine ou une usine de concentration d'uranium, autre que le permis d'abandon, doit comprendre des renseignements sur « les effets que l'activité visée par la demande peut avoir sur l'environnement, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets »;

17. le sous-alinéa 3d)(i) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium* dispose qu'une demande de permis visant une mine ou une usine de concentration d'uranium, autre que le permis d'abandon, doit comprendre des renseignements sur « les effets que l'activité visée par la demande peut avoir sur la santé et la sécurité des personnes, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets »;
18. l'alinéa 7d) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium* exige que la demande de permis pour déclasser une mine ou une usine de concentration d'uranium comprenne « une description de l'état prévu de l'emplacement après l'achèvement des travaux de déclassement »;
19. à l'alinéa 8b) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium*, on exige que la demande de permis pour abandonner une mine ou une usine de concentration d'uranium contienne, outre les autres renseignements prescrits ailleurs, de l'information sur « les résultats des travaux de déclassement »;
20. l'alinéa 4t) du *Règlement sur les installations nucléaires et l'équipement réglementé de catégorie II* exige que la demande de permis pour exploiter une installation nucléaire de catégorie II comprenne « le plan proposé pour le déclassement de l'installation nucléaire »;
21. l'alinéa 5i) du *Règlement sur les installations nucléaires et l'équipement réglementé de catégorie II* stipule que la demande de permis pour déclasser une installation nucléaire de catégorie II doit comprendre des renseignements sur « les effets que le déclassement peut avoir sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets »; et
22. à l'alinéa 5k) du *Règlement sur les installations nucléaires et l'équipement réglementé de catégorie II*, il est précisé que la demande de permis pour déclasser une installation nucléaire de catégorie II doit comprendre « une description de l'état prévu de l'emplacement après l'achèvement du déclassement ».

À titre d'autorité fédérale, la CCSN est également assujettie à certaines obligations aux termes de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE, 1992). Les dispositions suivantes de la LCEE se rapportent directement au présent guide :

1. l'alinéa 5(1)d) stipule que l'évaluation environnementale d'un projet est effectuée avant que la CCSN (à titre d'autorité fédérale), « délivre un permis ou une licence, donne toute autorisation, ou prend toute mesure en vue de permettre la mise en oeuvre du projet en tout ou en partie »; et
2. le paragraphe 16(1) stipule que l'examen préalable, l'étude approfondie, la médiation ou l'examen par une commission d'un projet porte notamment sur a) les effets environnementaux du projet, y compris ceux causés par les accidents ou défaillances pouvant en résulter, et les effets cumulatifs que sa réalisation, combinée à l'existence d'autres ouvrages ou à la réalisation d'autres projets ou activités, est susceptible de causer à l'environnement. »

## 4.0 CONTEXTE

Les activités autorisées par la CCSN génèrent divers types de déchets que l'on gère actuellement à l'aide des méthodes suivantes :

1. les stériles de mines d'uranium et terrils d'usines sont évacués dans des installations de surface ou des puits;
2. les déchets faiblement radioactifs et les déchets radioactifs qui nécessitent un blindage (mais qui ne génèrent pas de chaleur) en provenance des usines de traitement de l'uranium, des centrales nucléaires, des installations de recherche nucléaire et des applications industrielles et médicales sont stockés dans des structures de surface ou des tranchées d'enfouissement peu profondes; et
3. les déchets de combustibles nucléaires fortement radioactifs (combustible irradié) sont stockés dans des piscines de désactivation ou dans différentes structures de stockage à sec (fûts de stockage à sec, silos de stockage en béton et voûtes modulaires en surface).

Parmi les autres stratégies de gestion des déchets à l'étude, il faut mentionner les installations de confinement en surface ou près de la surface et les installations de confinement en formations géologiques profondes.

En plus des déchets radioactifs générés par les activités autorisées, les déchets hérités et les déchets antérieurs à la réglementation des premiers temps de l'industrie du nucléaire font maintenant l'objet de la supervision réglementaire de la CCSN et sont assujettis aux exigences réglementaires de la CCSN.

### 4.1 Systèmes de gestion des déchets pour le stockage à long terme et l'évacuation

Les systèmes de gestion des déchets pour le stockage à long terme et l'évacuation font référence à la combinaison des barrières naturelles et artificielles et aux procédures opérationnelles qui contribuent à la gestion sûre des déchets. L'évaluation à long terme de ces systèmes permet d'obtenir des renseignements pouvant être utilisés lors de la prise de décisions concernant :

1. le choix d'un site approprié (si plus d'un site est envisagé);
2. la caractérisation du site;
3. le choix d'une option de conception adéquate durant la planification;
4. l'optimisation de la conception choisie, y compris la réduction au minimum des incidences opérationnelles et post-opérationnelles; et
5. l'élaboration de stratégies et de plans de développement pour la construction, l'exploitation et le déclassement.

La démarche, le niveau de détail et de rigueur employés pour les évaluations de sûreté à long terme sont déterminés par l'importance qu'a la sûreté à long terme par rapport à d'autres facteurs considérés au moment de la prise de décision. Lors de l'examen d'une demande de permis, la CCSN se penche sur la manière dont les évaluations de sûreté à long terme ont été réalisées, tel qu'indiqué à la section 7.2 du présent document, « Contexte de l'évaluation ».

Pour ce qui est des évaluations de la sûreté à long terme, les préoccupations immédiates de la CCSN sont les suivantes :

1. le respect des exigences relatives aux renseignements présentés avec la demande de permis de la CCSN concernant les incidences possibles à long terme des activités autorisées; et
2. le respect des exigences de la LCEE (c'est-à-dire l'évaluation des incidences environnementales de la construction, de l'exploitation et du déclassement du système de gestion des déchets ou de l'installation) avant l'autorisation.

L'évaluation de la sûreté à long terme comporte habituellement deux éléments :

1. des estimations des contaminants rejetés et de leur dispersion dans la biosphère; et
2. des estimations des expositions résultantes et des incidences.

Une approche unique peut être utilisée pour estimer les rejets et la dispersion des contaminants, ainsi que les concentrations résultantes dans l'eau, les sédiments, le sol et l'air, d'après les caractéristiques des déchets, les mécanismes et les taux de rejet, ainsi que les taux de transport des contaminants. Toutefois, comme l'exposition des divers organismes récepteurs utilisés comme étant représentatifs de la biosphère diffère et suit des voies d'exposition différentes, et en raison du fait qu'elle sera jugée au moyen de critères d'acceptation différents de ceux appliqués aux humains ou à d'autres organismes, des approches multiples pourraient être requises pour estimer les expositions et les incidences, même dans les cas où tous les récepteurs sont présents dans le même environnement au même moment.

## 4.2 Gestion à long terme

La politique d'application de la réglementation P-290 de la CCSN, *Gestion des déchets radioactifs*, traite de la nécessité d'une gestion à long terme des déchets radioactifs et dangereux associés aux activités autorisées. Parmi les principes entérinés par la politique P-290 touchant la gestion à long terme, mentionnons :

1. les déchets radioactifs sont gérés en fonction des risques de nature radiologique, chimique et biologique pour la santé et la sécurité des personnes, pour l'environnement et pour la sécurité nationale;
2. l'évaluation des incidences futures des déchets radioactifs sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement comprend la période pendant laquelle les impacts maximaux seront prédits; et

3. les incidences prévues de la gestion des déchets radioactifs sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement ne sont pas supérieures à celles qui sont tolérées au Canada au moment de la décision d'ordre réglementaire.

Les concepts de gestion à long terme reposent sur le confinement et l'isolement des déchets, que ce soit dans des installations de stockage ou d'évacuation. Le confinement peut se traduire par un système à conception robuste basé sur des barrières artificielles multiples qui procure une défense en profondeur. L'isolement s'obtient par une sélection appropriée du site et, au besoin, par des contrôles institutionnels pour limiter l'accès aux terrains et leur utilisation.

On suppose que les installations de stockage à long terme des déchets radioactifs continueront d'être l'objet d'un contrôle autorisé par permis jusqu'à ce qu'ils aient été déplacés et que l'installation ait été déclassée, ou jusqu'au moment où une décision ait été prise concernant l'abandon des déchets et de l'installation à titre d'évacuation *in situ*. Dans un cas ou dans l'autre, une évaluation des incidences à long terme des déchets résiduels sur le site sera requise pour appuyer une demande de permis d'abandon.

Les évaluations de sûreté à long terme effectuées dans le cadre des plans et activités de déclassement doivent tenir compte non seulement des installations qui seront utilisées pour la gestion à long terme des déchets, mais également de la contamination résiduelle laissée par les activités de déclassement. De même, des évaluations de sûreté à long terme sont requises pour appuyer les demandes de permis relatives à des terrains ayant été contaminés par des déchets contaminés hérités et historiques, issus des premiers temps de l'industrie du nucléaire.

## **4.3 Aspects des évaluations de sûreté à long terme**

### **4.3.1 Choix de la méthode**

Dans le cas d'une demande de permis présentée à la CCSN, le demandeur doit fournir une garantie raisonnable qu'il peut, selon les plans proposés, satisfaire à toutes les exigences applicables en matière de gestion à long terme des déchets radioactifs découlant des activités autorisées. Il incombe au demandeur de déterminer une méthode appropriée pour assurer la sûreté à long terme des déchets radioactifs, selon les circonstances qui leur sont propres; toutefois, les demandeurs sont encouragés à consulter le personnel de la CCSN tout au long de la période précédant l'autorisation en ce qui a trait à l'acceptabilité de la méthode qu'ils ont choisie.

Bien que l'acceptabilité d'une méthode et de sa mise en œuvre par le personnel de la CCSN influe sur les recommandations faites concernant la demande de permis, elle ne peut ni ne permet de présumer de la décision finale en matière d'autorisation qui sera prise par la Commission.

### 4.3.2 Optimisation de la conception

La conception d'une installation nucléaire doit être optimisée de façon à plus que se conformer à toutes les exigences applicables. Plus particulièrement, une installation de gestion des déchets radioactifs devrait être conçue de manière à plus que satisfaire aux limites réglementaires minimales, en demeurant en deçà de ces limites par une marge suffisamment grande pour assurer la sûreté à long terme. Cela s'impose en raison de l'incertitude dans l'établissement des prévisions à long terme, de l'incertitude sur les actions humaines futures et de la possibilité que le système de gestion des déchets évalué ne sera pas la seule source de contaminants auxquels le récepteur serait exposé.

### 4.3.3 Examen des évaluations

La CCSN examine les évaluations en se basant sur l'information fournie dans les soumissions écrites et tout document qui y est cité. Dans les rapports sur les évaluations de la sûreté à long terme, on doit décrire de façon claire et bien documentée ce qu'on évalue, pourquoi on effectue l'évaluation et comment elle est effectuée. Le rapport devrait être clair et contenir suffisamment de détails pour permettre à ceux qui effectuent l'examen de suivre facilement la logique sur laquelle est fondée l'évaluation. On doit donner suffisamment de détails pour permettre une confirmation des résultats de l'évaluation à partir de calculs indépendants, que ce soit des calculs simplifiés ou susceptibles de reproduire la totalité des résultats.

Les facteurs à considérer par la CCSN dans les évaluations de sûreté à long terme présentés en appui aux demandes de permis peuvent comprendre ce qui suit :

1. les meilleures pratiques acceptées à l'échelle nationale et internationale;
2. la « valeur de la preuve » et les arguments qui augmentent la confiance (c.-à-d. preuves scientifiques, lignes de raisonnements multiples, arguments pondérés et autres arguments complémentaires) qui appuient l'évaluation et ses conclusions;
3. un jugement d'experts et les résultats d'analyses indépendantes effectuées par le personnel de la CCSN; et
4. un examen de la demande effectué par un tiers indépendant.

## 5.0 ÉLABORATION D'UN DOSSIER DE SÛRETÉ À LONG TERME

La démonstration de la sûreté à long terme consiste à fournir une assurance raisonnable que la gestion des déchets sera réalisée de telle sorte qu'elle permette de protéger la santé humaine et l'environnement. On y parvient en élaborant un dossier de sûreté, qui comprend une évaluation de la sûreté complétée par différents arguments additionnels, fondés sur les éléments suivants :

1. le choix d'une stratégie d'évaluation appropriée et son application;
2. la démonstration de la solidité du système;
3. l'utilisation d'indicateurs complémentaires de la sûreté; et

4. toute autre preuve qui est disponible pour assurer la confiance dans la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs.

## 5.1 Évaluation de la sûreté

L'évaluation de la sûreté est au cœur du dossier de sûreté. Elle comprend une analyse visant à évaluer la performance globale de l'installation et son incidence sur la santé humaine et l'environnement. L'évaluation de la sûreté à long terme comprend souvent une analyse des voies d'exposition fondée sur un scénario de l'évolution prévue d'un site ou d'une installation afin de prévoir :

1. le rejet de contaminants;
2. le transport de contaminants;
3. l'exposition des récepteurs; et
4. les effets possibles résultant de l'exposition.

La CCSN s'attend à ce que l'évaluation de la sûreté présentée par le demandeur démontre qu'il comprend bien le système de gestion des déchets en présentant une démarche structurée, transparente et identifiable. Les documents d'évaluation doivent contenir des renseignements clairs et exhaustifs sur les décisions prises et sur les hypothèses adoptées dans l'élaboration du modèle du système de gestion des déchets. Les paramètres et les variables utilisés pour le modèle et pour en arriver à un ensemble donné de résultats doivent être documentés et justifiés.

### 5.1.1 Arguments additionnels

En raison de l'incertitude des prévisions associées à un futur lointain, la fiabilité des prévisions quantitatives diminue en fonction du temps. La démonstration de la sûreté repose moins sur les prévisions quantitatives et davantage sur les arguments qualitatifs à mesure que l'échelle de temps augmente. Par conséquent, les prévisions quantitatives à long terme ne devraient pas être considérées comme des incidences garanties, mais plutôt comme des indicateurs de sûreté.

En ce sens, l'évaluation de la sûreté à long terme devrait être appuyée dans un dossier de sûreté par des arguments additionnels, tel qu'indiqué dans les sous-sections suivantes.

## 5.2 Utilisation de stratégies d'évaluation différentes

La stratégie employée pour démontrer la sûreté à long terme peut comprendre différentes approches, y compris celles qui suivent, sans toutefois s'y limiter :

1. les évaluations d'établissement de la portée pour illustrer les facteurs qui sont importants pour la sûreté à long terme;
2. les évaluations limitatives pour illustrer les limites des incidences potentielles;
3. les calculs qui donnent la meilleure évaluation réaliste de la performance du système de gestion des déchets, ou les calculs conservateurs qui surestiment intentionnellement les incidences potentielles; et
4. les calculs déterministes ou probabilistes appropriés aux fins de l'évaluation, pour refléter l'incertitude des données.

Toute combinaison de ces stratégies, ou une autre stratégie d'évaluation peut être utilisée de manière complémentaire pour augmenter la confiance dans la démonstration de la sûreté à long terme. Par exemple, dans le cas des déchets à faible risque, une évaluation limitative déterministe peut être acceptable pour démontrer qu'il n'y aura aucune incidence inacceptable à long terme. Cependant, dans le cas des déchets à risque plus élevé, il peut être nécessaire de devoir suivre une approche de la meilleure estimation réaliste ou d'effectuer des calculs conservateurs détaillés basés soit sur une approche déterministe ou une démarche probabiliste pour démontrer une bonne compréhension du système de gestion des déchets et établir les attentes en matière de sûreté à long terme. On s'attend à ce que le but de l'évaluation justifie l'approche de modélisation adoptée et le niveau de confiance qui est requis dans les résultats.

### 5.2.1 Évaluations d'établissement de la portée et évaluations limitatives

Les évaluations d'établissement de la portée donnent un aperçu général du système de gestion des déchets et permettent d'identifier les aspects du système qui sont critiques sur le plan de la sûreté. Les évaluations d'établissement de la portée utilisent généralement des modèles mathématiques simples qui permettent d'évaluer rapidement de nombreuses configurations structurales et paramétriques. Toutefois, il faut souvent faire preuve de prudence et de réflexion pour préparer les évaluations afin de s'assurer que les modèles sont appropriés pour l'analyse de l'ensemble des situations et des conditions qui sont d'intérêt.

Les évaluations limitatives sont conçues de manière à donner des estimations limitatives de la performance du système de gestion des déchets. Ces évaluations peuvent être des modèles mathématiques simples, ou des modèles détaillés de processus qui utilisent des valeurs limites de paramètres. Toutefois, comme dans le cas des modèles d'établissement de la portée, il faut souvent faire preuve de prudence et de réflexion pour préparer les évaluations limitatives.

Les évaluations limitatives ou les évaluations d'établissement de la portée permettent de compléter l'évaluation de la sûreté à long terme qui est au cœur du dossier de sûreté. Les valeurs limitatives des évaluations limitatives et l'identification des aspects importants du système à partir des évaluations d'établissement de la portée peuvent s'avérer utiles dans les calculs d'évaluation à long terme, en améliorant la confiance dans les prévisions de sûreté.

### **5.2.2 Meilleures estimations réalistes vs. surestimations prudentes**

Afin d'obtenir la meilleure représentation possible de la réalité, une évaluation de la meilleure estimation réaliste du système de gestion des déchets devrait tenir compte des données liées au site réel et aux installations qui y sont intégrées, des scénarios spécifiques au site et des modèles exacts des processus qui sont simulés. Ce genre de modèles donnent la meilleure illustration du système de gestion des déchets et sont souvent utilisés lorsque les résultats moins réalistes des surestimations conservatrices ne permettent pas de satisfaire aux critères d'acceptation.

Dans les calculs conservateurs, on surévalue délibérément les conséquences futures de façon à disposer d'un facteur supplémentaire de sûreté, pour les cas où les résultats de l'évaluation ne peuvent être considérés comme des prévisions exactes, mais simplement comme des indicateurs de sûreté. On doit adopter une approche conservatrice dans le développement de programmes et de modèles informatiques—les hypothèses et les simplifications de processus visant à les rendre plus facilement intégrables dans les modèles informatiques ne devraient pas mener à une sous-estimation des risques ou des impacts possibles.

Il n'est pas nécessaire que chaque hypothèse soit conservatrice; toutefois, l'effet net de toutes les hypothèses doit illustrer de façon conservatrice les incidences et les risques à long terme.

On peut utiliser les valeurs conservatrices des conditions limites et initiales d'un modèle d'évaluation, de même que les données d'entrée, pour surestimer les conséquences. Puisque les modèles ne répondent pas nécessairement de façon linéaire aux données d'entrée, les valeurs conservatrices des données d'entrée ne sont pas nécessairement les limites supérieures ou inférieures des données. La valeur des résultats calculés détermine si la structure du modèle et les données d'entrée constituent une surestimation conservatrice.

### **5.2.3 Calculs déterministes et probabilistes**

Le choix de la démarche mathématique utilisée pour l'analyse des scénarios dans le dossier de sûreté sera guidé par l'objectif de l'évaluation à long terme. Un modèle déterministe utilise des données d'entrée à valeur unique pour calculer un résultat monovalent qui sera comparé à un critère d'acceptation. On ne tient pas compte des variations dans les valeurs des données d'entrée dans ces calculs. Pour en tenir compte, on doit effectuer des calculs déterministes individuels en utilisant différentes valeurs pour les paramètres d'entrée.

C'est la démarche employée pour réaliser les analyses de sensibilité (déterminer la réponse des prévisions du modèle aux variations dans les données d'entrée) et les analyses d'importance (en calculant la portée des valeurs prévues qui correspondent aux valeurs d'entrée) des modèles déterministes.

Les modèles probabilistes peuvent tenir compte de l'incertitude découlant de la variabilité des données utilisées dans les prévisions du modèle d'évaluation. Ces modèles peuvent également être structurés de manière à tenir compte de différents scénarios (en autant qu'ils ne soient pas mutuellement exclusifs) ou des incertitudes liées aux scénarios. Les modèles probabilistes effectuent habituellement des calculs déterministes répétés basés sur les valeurs d'entrée échantillonnées et tirées des distributions de paramètres, et l'ensemble de résultats est exprimé sous la forme d'une distribution de fréquences des conséquences calculées. La fréquence multipliée par la conséquence est interprétée comme étant le risque potentiel global que surviennent des effets nocifs imputables au système de gestion des déchets.

Le risque potentiel calculé à l'aide d'un modèle probabiliste ne peut être comparé directement à un critère d'acceptation, à moins que ce critère soit également exprimé comme un risque (voir section 8.1, « Comparaison des résultats de l'évaluation avec les critères d'acceptation »). Les résultats des évaluations probabilistes devraient être présentés et débattus en fonction de l'ampleur d'une conséquence et de la probabilité que survienne une conséquence de cette ampleur, ce qui reflète la probabilité que se réalise en fait un scénario reposant sur ces valeurs de données d'entrée spécifiques.

### 5.3 Solidité du système et analogues naturels

Le demandeur doit démontrer que le système de gestion des déchets maintiendra son intégrité et sa fiabilité dans des conditions extrêmes, des événements perturbateurs, ou en cas de défaillance non prévue du confinement ou d'intrusion humaine fortuite. Pour ce faire, il doit proposer une conception basée sur des barrières techniques multiples, ou assurer la présence de caractéristiques favorables sur le site, ou les deux. Le dossier de sûreté devrait expliquer le rôle relatif des composantes qui contribuent à la solidité globale du système.

La solidité du système peut également être démontrée à l'aide d'analogues naturels. Des études sur les analogues naturels ont été utilisées de par le monde pour améliorer la confiance dans la capacité des systèmes de gestion à offrir une performance à long terme comparable à celle prévue par les modèles d'évaluation de la sûreté.

Dans le rapport technique de l'AIEA (Agence internationale de l'énergie atomique) intitulé *Natural Analogs in Performance Assessments for the Disposal of Long Lived Radiological Wastes* (AIEA 1989), on précise ceci :

*« L'analogue naturel est souvent perçu comme l'un des très rares moyens par lesquels il est possible de démontrer au public que les évaluations de sûreté reposent sur une connaissance réaliste du fonctionnement de la nature sur des périodes de temps supérieures à l'existence de l'humanité. »*

Les analogues naturels peuvent être utilisés de diverses façons et peuvent servir à démontrer que les concepts de gestion des déchets fonctionnent bien dans la nature. Par exemple, au Canada, le gisement d'uranium Cigar Lake a été utilisé comme analogue naturel pour la stabilité à long terme d'un dépôt de combustible nucléaire irradié qui pourrait être aménagé en profondeur dans le bouclier précambrien. Les analogues naturels peuvent également être l'objet d'évaluations complémentaires de la sûreté à long terme, et peuvent être intégrés au dossier de sûreté afin d'améliorer la confiance dans les conclusions tirées des modèles d'évaluation des systèmes de gestion, tel qu'indiqué à la section 7.6.3, « Confiance dans les modèles d'évaluation ».

Des renseignements tirés des études sur les analogues naturels peuvent être utilisés pour élaborer et valider des modèles de processus détaillés qui pourraient être intégrés aux modèles d'évaluation de manière abrégée ou simplifiée. Les analogues naturels peuvent également fournir des données pour vérifier et valider les modèles d'évaluation détaillés et simplifiés (voir la section 7.6.2, « Confiance dans les outils de calcul »), et pour développer des modèles descriptifs génériques de sites en l'absence de données spécifiques d'un site, tel qu'indiqué à la section 7.3.1, « Caractéristiques du site ».

#### **5.4 Utilisation des indicateurs complémentaires de sûreté**

La sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs est habituellement démontrée en comparant directement les prévisions avec les limites réglementaires, comme la dose et les concentrations de contaminants.

Plusieurs autres indicateurs de sûreté, comme ceux qui reflètent l'efficacité de la barrière de confinement ou les caractéristiques spécifiques du site qui peuvent être directement associés au rejet et au transport des contaminants, peuvent également être présentés afin d'illustrer la performance à long terme d'un système de gestion des déchets. Parmi les exemples de paramètres additionnels, mentionnons notamment :

1. les taux de corrosion des contenants;
2. les taux de dissolution des déchets;
3. l'âge des eaux souterraines et le temps de propagation;
4. le flux de contaminants en provenance d'une installation de gestion des déchets;
5. les concentrations de contaminants dans des milieux environnementaux spécifiques (par exemple la concentration de radium dans les eaux souterraines); ou
6. les changements qui surviennent dans la toxicité des déchets.

Les critères d'acceptation en fonction desquels les indicateurs de sûreté complémentaires doivent être jugés devraient être dérivés de la relation qui existe entre les indicateurs complémentaires et les indicateurs plus directs de la sûreté. Par exemple, si la concentration dans l'environnement d'une substance dangereuse est directement liée à la vitesse des eaux souterraines à proximité d'une installation de déchets, alors la vitesse prévue des eaux souterraines pourrait être utilisée comme indicateur de la sûreté à long terme et servir de complément à une évaluation plus complète de la concentration de la substance dangereuse

dans l'environnement. Les évaluations qui utilisent des indicateurs complémentaires devraient être justifiées, de même que les critères d'acceptation qui en sont dérivés.

## **6.0 DÉFINITION DES CRITÈRES D'ACCEPTATION**

### **6.1 Aperçu**

Les critères d'acceptation sont des valeurs numériques utilisées pour évaluer les résultats des calculs du modèle d'évaluation. Les paramètres qui sont calculés en vue d'être comparés avec les critères d'acceptation devraient présenter une garantie raisonnable que les exigences réglementaires imposées par la LSRN et ses règlements et les autres mesures législatives applicables seront respectées. Compte tenu du fait que les grandes exigences réglementaires sont la dose radiologique et les concentrations environnementales de substances dangereuses, l'on s'attend à ce que ces paramètres soient utilisés dans les évaluations à long terme à titre d'indicateurs principaux de la sûreté.

On doit aussi calculer les autres paramètres du modèle donnant un indice de la performance du système de gestion des déchets. Ces indicateurs complémentaires peuvent être dérivés des exigences réglementaires, des objectifs et des valeurs repères spécifiés dans les lignes directrices, ou des attentes en matière de performance qui sont liées à la sûreté.

Les valeurs actuelles des limites réglementaires, des normes, des objectifs et des valeurs repères peuvent être utilisés comme critères d'acceptation. Les titulaires de permis de la CCSN sont assujettis aux exigences fédérales et provinciales, et les lignes directrices, objectifs et valeurs repères peuvent varier entre ces deux juridictions. En maintenant une approche non prescriptive en matière de réglementation, on s'attend du demandeur qu'il propose des valeurs repères et des critères d'acceptation justifiés et défendables sur le plan scientifique aux fins de l'évaluation.

En dérivant les critères d'acceptation, les valeurs repères peuvent également être réduites en appliquant une marge de sûreté additionnelle, comme des limites de dose ou un facteur de sûreté. L'adoption d'une fraction de la valeur appliquée actuellement comme critère d'acceptation pour une évaluation à long terme peut fournir une assurance additionnelle que l'incertitude dans les prévisions et que les actions humaines futures ne comporteront pas de risques déraisonnables dans le futur. Le personnel de la CCSN est disponible et peut être consulté sur le caractère adéquat des critères d'acceptation, ainsi que sur l'équilibre entre le conservatisme de l'évaluation et le conservatisme des critères d'acceptation.

## 6.2 Critères pour la protection des personnes et de l'environnement

Les exigences réglementaires en matière de protection des personnes et de l'environnement contre les risques radiologiques et non radiologiques associés aux déchets radioactifs mènent aux quatre ensembles distincts suivants de critères d'acceptation pour une évaluation à long terme :

1. la radioprotection des personnes;
2. la protection des personnes contre les substances dangereuses;
3. la radioprotection de l'environnement; et
4. la protection de l'environnement contre les substances dangereuses.

### 6.2.1 Radioprotection des personnes

Une évaluation de sûreté à long terme devrait permettre d'obtenir une assurance raisonnable que la limite de dose de rayonnement pour l'exposition du public (1 mSv/an) ne sera pas dépassée. Cependant, afin de tenir compte de la possibilité d'une exposition à des sources multiples et de s'assurer que les doses associées à l'installation respectent le principe ALARA (maintien des doses au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre), une valeur cible (critère d'acceptation) qui est inférieure à la limite réglementaire doit être utilisée.

Par exemple, pour l'optimisation de la conception, la CIPR recommande une cible de conception (appelée « contrainte de dose ») d'environ 0,3 mSv/an. Bien que la contrainte de dose soit utilisée comme cible de conception dans le processus d'optimisation, elle n'est pas utilisée comme une limite à laquelle se conformer. La contrainte de dose ne devrait donc pas être utilisée pour tenir compte des incertitudes dans les prévisions du modèle d'évaluation.

Les incertitudes de la modélisation devraient plutôt être abordées en intégrant un certain conservatisme aux éléments suivants :

1. le modèle d'évaluation;
2. la conception du scénario; et
3. le choix des paramètres.

L'exposition au rayonnement peut être exprimée sous la forme de la dose radiologique ou du risque radiologique qui reflète la probabilité que l'on développe un problème de santé suite à l'exposition au rayonnement. Les effets ou l'exposition au rayonnement sont classifiés comme étant soit des « effets déterministes », ou des « effets stochastiques », selon la probabilité que l'on développe un problème par suite de l'exposition. Un effet déterministe se produira si la dose dépasse un certain seuil, alors que la probabilité que survienne un effet stochastique est directement proportionnelle à l'importance de la dose. Comme la limite de dose acceptable (1 mSv/an) pour une personne qui n'est pas un travailleur du secteur nucléaire est de plusieurs ordres de grandeur inférieure au seuil auquel un effet déterministe se produit, seuls les effets stochastiques seront examinés dans le présent document.

La probabilité que survienne un effet stochastique est évaluée comme étant le produit de la dose par un coefficient de probabilité pour les effets stochastiques. Ce coefficient de probabilité est communément appelé « facteur de conversion du risque » et reflète la probabilité que l'on développe un problème de santé ou un effet génétique suite à l'exposition au rayonnement à de faibles doses ou faibles débits de dose.

Le coefficient de probabilité pour les effets stochastiques présentement recommandé par la CIPR est de 0,073 par sievert pour le grand public (CIPR, 1991). La probabilité que surviennent des effets stochastiques correspondant à une dose statutaire efficace de 1 mSv/a pour le grand public est d'environ  $7 \times 10^{-5}$  par année. De même, la probabilité que surviennent des effets stochastiques correspondant à une contrainte de dose de 0,3 mSv/a est d'environ  $2 \times 10^{-5}$  par année.

Puisque la probabilité que surviennent des effets stochastiques est directement proportionnelle à la dose, le facteur de conversion du risque est une valeur constante. Il peut être acceptable d'utiliser soit la dose de rayonnement ou la probabilité des effets stochastiques qui y est associée dans les évaluations de sûreté à long terme. Ainsi, les conséquences de tout scénario d'évaluation peuvent être exprimées sous forme de dose ou de probabilité que survienne un effet stochastique.

La forme des critères d'acceptation radiologiques devrait être conforme à l'approche et à la stratégie choisie pour l'évaluation à long terme. La dose calculée par les évaluations déterministes peut être comparée directement aux critères d'acceptation radiologiques exprimés sous forme de dose, ou les résultats d'évaluation et les critères d'acceptation peuvent tous deux être exprimés en tant que probabilité d'effets stochastiques en appliquant le facteur de conversion du risque.

Les évaluations probabilistes calculent un risque potentiel fondé sur la probabilité d'une exposition se produisant et sur les conséquences de chaque exposition (exprimées sous la forme d'une dose ou d'une probabilité d'effet stochastique). Le résultat de l'évaluation est la somme pour tous les scénarios importants du produit de la probabilité du scénario et de la probabilité des effets stochastiques. Chaque critère d'acceptation radiologique doit être exprimé sous forme de risque (c.-à-d. probabilité d'effets stochastiques) aux fins de la comparaison directe avec les résultats de l'évaluation probabiliste.

Dans les évaluations probabilistes, les scénarios à conséquences graves et à faible probabilité d'occurrence peuvent présenter les mêmes risques potentiels que les scénarios à faibles conséquences et à probabilité d'occurrence élevée. Si une approche probabiliste est adoptée, en plus d'une comparaison directe du risque potentiel calculé avec le critère d'acceptation du risque, les résultats de l'évaluation devraient être évalués en fonction de la distribution de la dose comparée aux critères d'acceptation de la dose, et comprendre un examen de la probabilité de dose.

### 6.2.2 Protection des personnes contre les substances dangereuses

On peut trouver les valeurs de référence concernant la protection contre les substances dangereuses dans des documents fédéraux et provinciaux précisant les objectifs et les lignes directrices en matière d'environnement. Lorsque cela est possible, les *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement* (RCQE) du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME 2002) devraient être utilisées comme document de référence en ce qui concerne les valeurs repères ou les valeurs de référence en matière de toxicologie pour la protection de la santé humaine. Lorsque ce document n'est pas disponible, les lignes directrices provinciales sur la santé humaine devraient être suivies. Par exemple, les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada* (CCME 2002) devraient être utilisées en ce qui a trait aux contaminants contenus dans l'eau potable, y compris les eaux souterraines; cependant, dans le cas de l'eau non potable, on peut utiliser les lignes directrices provinciales appropriées, comme celles du ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MOEE 1997).

Des facteurs de sûreté sont utilisés pour l'établissement des valeurs repères. Ces facteurs de sûreté varient selon le contaminant, mais on utilise habituellement un facteur de sûreté de 100, ce qui donne une valeur repère correspondant à un faible niveau de risque. Dans le cas des lignes directrices canadiennes génériques relatives à la qualité du sol, le CCME considère un niveau de risque de  $10^{-6}$  comme étant négligeable pour l'humain (CCME 1996). Santé Canada a déterminé qu'un risque de cancer de l'ordre de  $10^{-5}$  à  $10^{-6}$  est négligeable en ce qui concerne les substances cancérigènes contenues dans l'eau potable, et que seules l'exposition des adultes a besoin d'être déterminée (SC 2004a). Une augmentation de  $10^{-5}$  dans l'incidence du risque de cancer représente une augmentation de 0,0025 % de l'incidence de base du cancer.

Dans les cas où les agences canadiennes n'ont pas élaboré de lignes directrices sur la santé humaine, les valeurs repères peuvent être fondées sur les lignes directrices établies par l'*Environmental Protection Agency* des États-Unis (USEPA 2002).

Le recours à des valeurs repères qui sont proposées et fondées sur des renseignements autres que ceux identifiés précédemment peut devoir être justifié. Parmi les autres sources de renseignements, mentionnons notamment l'*Integrated Risk Information System* de l'USEPA, l'Organisation mondiale de la santé, l'Institut national de santé publique et d'environnement des Pays-Bas et l'*Agency for Toxic Substances and Disease Registry* des États-Unis.

### 6.2.3 Radioprotection de l'environnement

Pour la protection du biote non humain contre l'exposition au rayonnement, la principale préoccupation est la dose de rayonnement totale reçue par les organismes qui résulte en des effets déterministes. La détermination de valeurs repères pour la radioprotection du biote non humain n'est pas aussi développée que la détermination de valeurs repères pour les substances dangereuses, puisqu'historiquement on suppose que la protection des humains est suffisante pour protéger l'environnement. Toutefois, les valeurs repères pour les doses moyennes de rayonnement reçues par le biote non humain ont été dérivées pour différents types d'organismes (*National Council on Radiation Protection and Measurements* (NCRP) 1991, AIEA 1992, EC 2003).

L'élaboration de critères visant à assurer la protection radiologique de l'environnement doit suivre les protocoles établis pour les substances dangereuses, tel qu'indiqué ci-dessous.

### 6.2.4 Protection de l'environnement contre les substances dangereuses

Les critères d'acceptation non radiologique pour la protection de l'environnement peuvent inclure la concentration ou le flux des substances dangereuses. Les *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement* (CCME 2002) pour l'eau, les sédiments et le sol sont des valeurs repères appropriées pouvant être utilisées dans les évaluations conservatrices. Les lignes directrices provinciales peuvent être utilisées au besoin dans le cas des substances pour lesquelles il n'existe pas de lignes directrices fédérales.

De façon alternative, des valeurs repères pour les substances dangereuses peuvent être dérivées de documents sur la toxicité, ou des études visant à évaluer la toxicité peuvent être réalisées. Les protocoles relatifs à l'élaboration de critères pour la protection de l'environnement comprennent la détermination des valeurs de toxicité critique, comme la concentration dans l'environnement pour une réponse de 25 % (CE<sub>25</sub>), la concentration minimale observable avec effet nocif (CMOEN), ou la dose nocive sans effet observable (DNSEO), à partir d'études sur l'exposition chronique des espèces les plus sensibles.

Les valeurs estimées sans effet observé (VESEO) sont dérivées de valeurs de toxicité critique identifiées à l'aide de facteurs de sûreté ou d'application appropriés. Les facteurs de sûreté sont appliqués aux valeurs de toxicité critiques en déterminant la valeur repère afin de tenir compte des incertitudes liées aux données et à la variabilité naturelle parmi les individus d'une espèce donnée. De façon générale, des facteurs de sûreté plus importants entre 10 et 1000 sont utilisés dans les valeurs repères des évaluations conservatrices, alors que des valeurs plus petites sont utilisées dans les valeurs repères des évaluations réalistes.

Dans le cas des contaminants (métaux) qui sont une composante naturelle de l'environnement, l'extrémité supérieure (95<sup>e</sup> ou 97,5<sup>e</sup> percentile) de la distribution de la concentration de fond peut être utilisée comme valeur repère; cependant, l'utilisation de la concentration de fond maximale n'est pas acceptable.

Bien qu'une orientation soit fournie concernant l'utilisation des facteurs de sûreté, leur utilisation est quelque peu subjective et les valeurs repères dérivées doivent être protectrices sur le plan environnemental et défendables sur le plan scientifique. On doit fournir une justification pour l'utilisation de toute valeur repère dérivée.

## 7.0 ÉVALUATIONS À LONG TERME

La CCSN s'attend à ce que le demandeur utilise une approche structurée pour évaluer la performance à long terme du système de gestion des déchets. Bien que les évaluations à long terme soient réalisées avec différents niveaux de détail et de rigueur et à des fins différentes, la méthode globale pour leur réalisation devrait comprendre les éléments suivants :

1. le choix de la méthode appropriée;
2. le contexte de l'évaluation;
3. la description du système;
4. les échelles temporelles;
5. les scénarios d'évaluation; et
6. l'élaboration de modèles d'évaluation.

### 7.1 Choix de la méthode appropriée

Aucune méthode en particulier ne convient à toutes les évaluations à long terme. Le demandeur est encouragé à consulter le personnel de la CCSN à propos des questions relatives au choix de la méthode appropriée pour les évaluations à long terme de leurs situations particulières, et il doit s'attendre à documenter et à justifier la méthode qu'il utilise.

Une orientation limitée sur la manière dont les évaluations sont réalisées à des fins spécifiques est présentée dans plusieurs sources, notamment les sources suivantes :

1. *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*;
2. Environnement Canada;
3. Santé Canada;
4. Conseil canadien des ministres de l'environnement; et
5. Agence internationale de l'énergie atomique.

### **7.1.1 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale**

La *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE) est un outil de planification qui est utilisé par les autorités fédérales pour s'assurer que les effets environnementaux nocifs sont identifiés et atténués avant qu'un projet soit réalisé. Le résultat d'une évaluation environnementale en vertu de la LCEE permet de déterminer si le projet a des effets environnementaux nocifs susceptibles d'être importants. Cette décision est prise en compte au moment de déterminer si le projet proposé devrait passer à l'étape de l'autorisation.

Une évaluation environnementale en vertu de la LCEE ne nécessite pas le même niveau de détail et de rigueur qui serait requis, par exemple, pour autoriser une installation de gestion des déchets radioactifs aux termes de la LSRN. La méthode employée par la CCSN pour réaliser une évaluation environnementale aux termes de la LCEE est affichée sur le site web de la CCSN (CCSN 2006).

### **7.1.2 Environnement Canada**

L'approche en matière d'évaluation d'Environnement Canada subdivise les éléments clés de l'évaluation comme suit :

1. cadre et aperçu;
2. collecte et génération de données;
3. formulation de problèmes;
4. caractérisation des entrées;
5. caractérisation de l'exposition;
6. caractérisation des effets; et
7. caractérisation des risques.

L'évaluation devrait explicitement traiter de la justification du choix du modèle, ainsi que des avantages, faiblesses et limites des modèles utilisés. On doit identifier clairement les hypothèses et justifications clés, l'étendue du consensus scientifique et des incertitudes, et les effets des hypothèses de rechange raisonnables sur les conclusions et les estimations de l'évaluation. On doit également préciser les renseignements sur la variabilité des données et les incertitudes, la sensibilité des paramètres et les incertitudes des modèles.

### **7.1.3 Santé Canada**

Santé Canada donne une orientation nationale sur l'évaluation des substances dangereuses en ce qui a trait à la santé humaine dans des documents préparés en vue d'appuyer le Plan d'action accéléré des sites contaminés fédéraux. Ces documents comprennent les lignes directrices sur la qualité du sol et de l'eau potable, les valeurs toxicologiques de référence, la biodisponibilité des contaminants, les caractéristiques humaines et les facteurs d'exposition et d'autres aspects de l'évaluation du risque (SC 2004a, SC 2004b).

#### **7.1.4 Conseil canadien des ministres de l'environnement**

Dans un document d'orientation du CCME intitulé *Cadre pour l'évaluation du risque écotoxicologique – Orientation générale*, on donne des conseils sur la planification de l'évaluation du risque écologique (ERE) et l'on décrit ses principales composantes (CCME 1996). La planification devrait inclure la caractérisation du site, l'identification des problèmes et l'identification des composantes valorisées de l'écosystème (CVE), l'établissement des objectifs, l'élaboration d'un modèle conceptuel, le choix des points finaux de l'évaluation et les points finaux de mesure, ainsi que l'établissement d'un niveau d'effort. Parmi les autres composants de l'ERE, mentionnons notamment :

1. la caractérisation des récepteurs;
2. l'évaluation de l'exposition;
3. l'évaluation du danger; et
4. la caractérisation du risque.

#### **7.1.5 Agence internationale de l'énergie atomique**

Le projet de recherche coordonnée de l'AIEA sur l'amélioration des méthodes d'évaluation de la sûreté (*ISAM*, de l'anglais *Improvement of Safety Assessment Methodologies*) pour les installations d'élimination près de la surface a publié des recommandations utiles sur une méthode structurée et itérative pour la réalisation et la documentation des évaluations (AIEA 2004). Cette méthode pourrait être appliquée à n'importe quel type de système de gestion des déchets.

D'autres publications de l'AIEA qui donnent une orientation sur des types particuliers de déchets radioactifs à gérer sont indiquées à la section « Documents de référence » du présent document.

## **7.2 Contexte de l'évaluation**

Le contexte de l'évaluation définit le mandat de l'évaluation, les exigences réglementaires à satisfaire, les critères à utiliser pour évaluer la sûreté et l'approche adoptée pour indiquer que les critères de sûreté peuvent être satisfaits à long terme.

### **7.2.1 Mandat**

Le mandat de l'évaluation doit présenter l'objectif et la justification de l'évaluation et répondre aux questions suivantes :

1. Pourquoi fait-on l'évaluation?
2. Quel est l'audience cible de l'évaluation? et
3. Quelle décision l'évaluation appuie-t-elle?

### 7.2.2 Exigences réglementaires à satisfaire

Le contexte de l'évaluation doit décrire le cadre réglementaire en vertu duquel l'évaluation est effectuée. La description doit démontrer que le demandeur comprend les exigences réglementaires fédérales et provinciales et toutes les obligations internationales s'appliquant au projet. La description d'une évaluation relativement complexe peut également inclure une table de correspondances ou une « carte routière » précisant dans quelle partie de la documentation on traite de la façon dont chaque exigence réglementaire est respectée.

### 7.2.3 Critères à respecter

On doit, dans le contexte de l'évaluation, préciser les critères retenus pour juger des indicateurs de sûreté de l'évaluation. Ces critères peuvent être fondés sur les limites et les objectifs réglementaires, ou d'autres valeurs repères justifiables sur le plan scientifique (section 6.0, « Définition des critères d'acceptation »), ou d'indicateurs de sûreté complémentaires, comme la performance des barrières ou le temps de déplacement des eaux souterraines, qui indiquent la performance du système (section 5.4, « Utilisation des indicateurs de sûreté complémentaires »).

### 7.2.4 Approche suivie pour démontrer la sûreté

Le contexte de l'évaluation doit également comprendre une description de l'approche suivie pour démontrer la sûreté à long terme et pour augmenter la confiance dans les résultats, et pour indiquer en quoi la démarche traite des principes de gestion des déchets radioactifs mis de l'avant dans la politique d'application de la réglementation P-290 de la CCSN, intitulée, *Gestion des déchets radioactifs*. La démarche employée pour démontrer la sûreté peut être fondée sur une combinaison d'évaluations complémentaires à divers niveaux de détail, tel qu'indiqué à la section 5.0, « Élaboration d'un dossier de sûreté à long terme ».

## 7.3 Description du système

La description du système doit présenter à la fois les caractéristiques du site et de conception du système de gestion des déchets. On doit donner suffisamment de détails sur le système de gestion des déchets et la façon dont fonctionnent ses composantes pour faire comprendre clairement comment on garantira la sûreté et la protection de l'environnement. La description du système doit comporter des détails sur le type de déchets à gérer, le système de gestion qui sera utilisé (c.-à-d. élimination ou stockage en surface ou en profondeur à l'aide d'une combinaison de barrières de confinement artificielles et de barrières d'isolement naturelles).

L'information nécessaire sur le système varie selon les exigences de l'évaluation et, par conséquent, entre les types d'installations.

Il est entendu que la description du système peut être moins complète et rigoureuse au début du processus d'autorisation. L'information utilisée dans les évaluations de sûreté à long terme, aux fins de l'optimisation de la conception ou pour appuyer une évaluation environnementale pour un permis de préparation de site, peut devoir reposer sur certaines données implicites ou génériques. À mesure qu'avance le processus d'autorisation tout au long de la durée de vie de l'installation, on fait l'acquisition des données d'exploitation et de renseignements spécifiques à l'installation telle que construite, ce qui permet de mieux comprendre les caractéristiques du site. On s'attend à ce que les modèles d'évaluation soient actualisés et perfectionnés au fil de la durée de vie utile de l'installation; on se fierait donc moins sur des renseignements implicites, génériques ou hypothétiques; cela devrait se traduire par des résultats de modèle plus fiables.

Les demandeurs sont encouragés à consulter les autorités réglementaires afin d'obtenir une orientation spécifique concernant l'équilibre approprié entre les renseignements génériques et les renseignements propres au site en vue de tenir compte des conditions particulières de leur site et des étapes de l'autorisation.

### **7.3.1 Caractéristiques du site**

Les caractéristiques du site doivent comprendre une description de l'environnement physique du site, comme les conditions écologiques, géologiques, hydrologiques et climatiques. Cette description doit inclure suffisamment d'information sur les conditions de référence pour permettre une évaluation complète des impacts associés aux activités autorisées.

Les caractéristiques du site doivent être suffisamment détaillées pour développer un modèle descriptif précis du site pour l'évaluation. Dans le cas des installations de gestion des déchets à long terme, les activités de caractérisation du site se feront sur plusieurs années, et devraient être réalisées selon un plan officiel de caractérisation du site qui comprend des protocoles d'assurance/de contrôle de la qualité (AQ/CQ) pour vérifier les données. Le plan d'évaluation et de caractérisation devrait inclure :

1. la caractérisation des conditions souterraines (géologie structurale, perméabilité, géochimie, attributs du réseau d'écoulement, etc.);
2. la caractérisation des conditions en surface (écologie, hydrologie, géomorphologie, climat, etc.);
3. les systèmes de surveillance;
4. l'utilisation des terres actuelle et à venir;
5. l'intégration et l'analyse des données, et leur intégration dans le modèle descriptif du site; et
6. la gestion et la performance du programme d'assurance de la qualité.

L'information résultante doit être suffisante pour élaborer des modèles propres au site qui simuleront, avec une certaine fiabilité, la réponse du site aux perturbations causées par les activités autorisées. La modélisation géoscientifique et la modélisation de l'évaluation initiale peuvent identifier les lacunes en matière d'information et pourront être utilisées plus tard pour orienter les activités de caractérisation du site.

À mesure que les études de caractérisations du site progressent dans le temps, les renseignements additionnels obtenus mèneront à une meilleure compréhension des caractéristiques souterraines du site. L'amélioration des données spécifiques au site devrait permettre de raffiner le modèle initial du site en remplaçant les données génériques ou les données par défaut et réduire le recours à des hypothèses.

### **7.3.2 Système de gestion des déchets**

Le système de gestion des déchets et la manière dont ses composantes fonctionnent doivent être décrits de manière suffisamment détaillée pour permettre de comprendre clairement comment la sûreté et la protection environnementale seront assurées et de quelle manière les différentes composantes du système interagissent entre elles et avec l'environnement, à long terme.

La description du système de gestion des déchets doit comprendre la conception et les caractéristiques d'au moins les éléments suivants :

1. la forme des déchets (le type de déchets, les inventaires et les caractéristiques des substances nucléaires et dangereuses, l'emballage, etc.);
2. les barrières artificielles (conteneurs de déchets, zones tampon et matériaux de remblai, revêtements et couvertures, barrières réactives, structures de confinement, enveloppes perméables, etc.);
3. les barrières naturelles, incluant la géosphère (pour les installations souterraines) et les couvertures d'eau (s'il y a lieu); et
4. les contrôles institutionnels actifs et passifs visant à limiter l'accès et l'exposition aux contaminants.

Au début du processus d'autorisation, il sera peut-être nécessaire de se fier aux spécifications techniques de conception, aux critères d'acceptation des déchets, aux données génériques ou aux données par défaut et aux hypothèses visant à décrire le système de gestion des déchets avec suffisamment de détails pour prévoir sa performance. Lors des étapes ultérieures du développement de l'installation, les renseignements spécifiques à l'installation telle que construite et les données opérationnelles devraient être utilisées pour peaufiner le modèle du système à des fins d'évaluation. Comme dans le cas du modèle du site, le modèle du système de gestion des déchets doit évoluer afin de devenir plus réaliste (et moins prudent), basé sur des données réelles.

## 7.4 Échelles temporelles de l'évaluation

Il n'y a pas de limite de temps liée à l'objectif réglementaire voulant que « le niveau de risque inhérent à ces activités tant pour la santé et la sécurité des personnes que pour l'environnement, demeure acceptable » (LSRN, alinéa 9a)(i)), ou avec le principe selon lequel les « incidences prévues de la gestion des déchets radioactifs sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement ne sont pas supérieures à celles qui sont tolérées au Canada au moment de la décision d'ordre réglementaire » (tel qu'indiqué dans la politique d'application de la réglementation de la CCSN P-290, *Gestion des déchets radioactifs*).

Dans l'évaluation des incidences futures qui pourraient être attribuables aux déchets radioactifs, on doit inclure la période durant laquelle on prévoit l'effet maximal. Dans certains cas, seule l'ampleur de l'effet maximum, indépendamment du temps, peut être suffisant pour l'évaluation (p. ex. dans les évaluations limitées à l'aide de calculs fondés sur les contraintes de solubilité).

L'évaluation doit prévoir une justification pour les échelles temporelles. L'approche retenue pour établir les périodes de temps utilisées dans l'évaluation devrait tenir compte des éléments suivants :

1. la durée de vie dangereuse des contaminants associés aux déchets;
2. la durée de la période d'exploitation (avant que l'installation n'atteigne sa fin de vie);
3. la durée de vie théorique des barrières artificielles;
4. la durée des contrôles institutionnels actifs et passifs; et
5. la fréquence des événements naturels et des changements environnementaux d'origine humaine (p. ex. séisme, inondation, sécheresse, glaciation, changement climatique, etc.).

La période de temps durant laquelle on suppose les barrières artificielles efficaces et l'évolution de leur fonction de sûreté dans le temps doivent être documentés et justifiés, avec renvois s'il y a lieu aux normes nationales ou internationales actuelles.

## 7.5 Scénarios d'évaluation

Un scénario est un ensemble de conditions futures ou d'événements à modéliser dans une évaluation. Le scénario d'évaluation à long terme devrait être suffisamment exhaustif pour tenir compte de tous les états futurs éventuels du site et de la biosphère. Il arrive fréquemment que l'évaluation de la sûreté comprenne un scénario central de l'évolution normale ou prévue du site et de l'installation au fil du temps, et de scénarios additionnels qui examinent les incidences potentielles des événements perturbateurs ou les modes de défaillance du confinement.

Chaque scénario présenté dans une évaluation de sûreté doit comprendre des renseignements détaillés sur :

1. la durée de temps sur laquelle repose l'évaluation;
2. la durée (du début à la fin) du recours aux contrôles institutionnels comme caractéristique de sûreté; et
3. la nature et les caractéristiques des récepteurs et des groupes critiques présumés.

Une évaluation de sûreté doit présenter et justifier les techniques et critères utilisés pour élaborer les scénarios qui sont analysés. Les scénarios doivent être élaborés de manière systématique, transparente et identifiable, dans le cadre d'une analyse structurée des caractéristiques, événements et processus (CEP) qui sont fondés sur des conditions actuelles et futures des caractéristiques du site, des propriétés des déchets et des caractéristiques des récepteurs ainsi que de leur mode de vie. L'approche en matière d'élaboration des scénarios doit être conforme à la rigueur de l'évaluation, et doit tenir compte du but de l'évaluation, des dangers associés aux déchets et de la nature de la décision pour laquelle une évaluation a été entreprise. Par conséquent, l'élaboration d'un scénario peut aller d'un « remue-méninges » à une analyse structurée des CEP (caractéristiques, événements et processus) et à l'extrapolation de l'information sur les modes de vie actuels.

Il s'est fait, de par le monde, beaucoup de travaux pour dresser des listes de caractéristiques, événements et processus (CEP) utilisés dans les évaluations antérieures, particulièrement à l'Agence pour l'énergie nucléaire et dans le cadre du projet BIOMOVs (AEN 2000, AEN 2003, BIOMOVs 1996). Ces listes peuvent non seulement servir de base de comparaison avec des scénarios propres à un site, mais on peut également les utiliser pour élaborer des scénarios initiaux génériques en l'absence de données spécifiques au site, ou on peut les utiliser comme CEP implicites pour élaborer des scénarios stylisés.

Les scénarios stylisés sont des représentations génériques d'un groupe de scénarios, où une partie du système de gestion des déchets est traitée dans l'évaluation de la performance d'une manière standardisée ou simplifiée. Des scénarios stylisés reposant sur de l'information et des données implicites ont été mis au point pour la biosphère, le changement climatique, la glaciation et les voies d'exposition (AEN 2001, AIEA 2003, SKI 1995, OPG 2001). Le recours à des scénarios stylisés peut être utile si l'on ne possède pas de renseignements spécifiques au site ou que l'objectif de l'évaluation n'exige pas d'information détaillée spécifique à l'emplacement. Plus les périodes d'évaluation s'allongent, plus l'utilisation des scénarios stylisés pour établir les conditions futures lointaines devient importante.

L'évaluation de la sûreté doit démontrer que l'ensemble des scénarios élaborés est crédible et exhaustif. Certains CEP ou scénarios peuvent être exclus de l'évaluation dans les cas où la probabilité qu'ils surviennent est extrêmement faible, ou s'ils ont des incidences négligeables. Compte tenu de la vaste gamme de scénarios pouvant être élaborés pour différents systèmes de gestion des déchets à différentes étapes de leur cycle de vie, le demandeur doit proposer des critères d'exclusion de certains CEP et de certains scénarios, et consulter le personnel de la CCSN pour vérifier leur acceptabilité.

L'approche et les critères de sélection utilisés pour exclure ou inclure des scénarios devraient être justifiés et bien documentés.

### 7.5.1 Scénario d'évolution normale

Un scénario d'évolution normale doit être basé sur une extrapolation raisonnable des caractéristiques du site et des modes de vie des récepteurs tels qu'ils sont aujourd'hui. Il doit comprendre l'évolution du site et la détérioration du système d'élimination des déchets (perte progressive ou totale de la fonction de la barrière) à mesure qu'il vieillit. Les scénarios d'évolution n'ont pas à tenir compte de l'évolution biologique des récepteurs individuels, qui est supposée être statique aux fins de l'évaluation de la sûreté.

Selon les conditions propres au site et la période visée par l'évaluation, il peut être nécessaire d'inclure dans les scénarios d'évolution des conditions extrêmes, comme par exemple les changements subits du climat ou le début d'une période de glaciation. De la même façon, les événements perturbateurs naturels périodiques, comme par exemple les inondations ou les feux de forêt, peuvent faire partie du scénario d'évolution pour un site particulier et une période spécifique de l'évaluation, mais pourraient devoir être analysés séparément. La décision en ce qui a trait à quels événements perturbateurs naturels devraient être inclus est basée sur la probabilité d'occurrence durant la période visée par l'évaluation.

Les scénarios d'évolution normale devraient également tenir compte des modes de défaillance du système de confinement et d'isolation. Ces défaillances peuvent résulter non seulement de la détérioration naturelle des barrières, mais aussi de la détérioration des barrières suite à des événements perturbateurs imprévisibles qui pourraient se produire à une ou plusieurs reprises durant la période d'évaluation, y compris la pénétration des barrières par intrusion.

L'intrusion par des animaux fouisseurs ou par les racines de plantes peut être considérée comme faisant partie de l'évolution prévue de certains types de systèmes de gestion des déchets; on peut concevoir les barrières pour empêcher ces intrusions, par exemple par une couverture plus épaisse, un blindage par enrochement, ou par d'autres barrières. Toutefois, l'intrusion humaine ne peut pas être facilement contrée par la conception des barrières. Pour certaines installations, on peut mettre en place des contrôles institutionnels pour empêcher l'intrusion humaine. En pareil cas, il peut être nécessaire de poser comme hypothèse la défaillance des contrôles institutionnels dans les scénarios d'intrusion humaine.

### 7.5.2 Scénarios d'événements perturbateurs, y compris l'intrusion humaine

Les scénarios d'événements perturbateurs traitent de l'occurrence d'événements peu probables menant à la pénétration possible des barrières et à des pertes de confinement anormales. Il est impossible de prévoir avec exactitude la fréquence de certains événements comme les incendies, les inondations, l'activité sismique, l'activité volcanique et l'intrusion humaine, même dans les cas où ils peuvent être associés à une fréquence de probabilité annuelle ou à une période de répétition. Les scénarios d'événements perturbateurs ne peuvent pas habituellement être intégrés directement dans les scénarios d'évolution normale où l'on suppose que les barrières demeurent intactes pour toute leur durée de vie théorique. Ces événements, même ceux qui ne devraient se produire qu'à une ou à quelques reprises durant la période d'évaluation, peuvent devoir être évalués séparément et être inclus dans l'interprétation des scénarios d'évolution normale.

Une intrusion provoque non seulement une brèche dans le confinement, mais peut également donner lieu à une redistribution des déchets à l'extérieure de la barrière, ce qui risque d'exposer le grand public et l'environnement. Par conséquent, l'évaluation de l'intrusion humaine doit tenir compte de l'exposition possible des personnes et de l'environnement causée par une redistribution des déchets. Pour les scénarios d'intrusion fortuite (où l'intrus ne connaît pas le danger associé aux déchets) on doit évaluer l'exposition de l'intrus; cependant, l'évaluation de l'intrusion humaine intentionnelle, pour laquelle l'intrus est présumé connaître les dangers associés aux déchets, n'a pas à tenir compte de l'exposition de l'intrus.

Les scénarios où l'on évalue le risque d'intrusion fortuite doivent être spécifiques et reposer sur le type de déchets et la conception de l'installation et tenir compte à la fois de la probabilité d'intrusion et de ses conséquences. Les installations de surface ou près de la surface (p. ex. les sites de résidus) sont davantage sujettes aux intrusions que les installations en couches géologiques profondes.

Dans les scénarios touchant l'intrusion humaine fortuite dans une installation de gestion des déchets, on peut prévoir des doses supérieures à la limite réglementaire. Ces résultats doivent être interprétés à la lumière du degré d'incertitude associé à l'évaluation, du conservatisme de la limite de dose et de la probabilité d'intrusion. La probabilité et le risque d'intrusion doivent donc tous deux être présentés.

On doit faire des efforts raisonnables pour limiter la dose découlant d'un scénario d'intrusion à conséquences graves et pour réduire la probabilité que survienne cette intrusion. On peut atténuer les conséquences de l'intrusion en contrôlant la forme et les propriétés des déchets acceptés à l'installation. Des modifications à la conception devraient être apportées afin de réduire la probabilité d'une intrusion par inadvertance. On peut, par exemple, modifier le choix du site de l'installation (s'il existe des choix en matière de sélection du site), situer l'installation à une profondeur dissuadant l'intrusion, intégrer des caractéristiques de conception solides rendant l'intrusion plus difficile et mettre en œuvre des contrôles institutionnels actifs ou passifs.

### 7.5.3 Contrôles institutionnels

Le demandeur de permis devrait, dans sa soumission, préciser le rôle des contrôles institutionnels pour garantir la sûreté du système de gestion des déchets et la façon dont ce rôle est pris en compte dans l'évaluation de sûreté. Les contrôles institutionnels peuvent comprendre des mesures actives (nécessitant des activités sur le site, par exemple, contrôle, surveillance et entretien) et des mesures passives (ne nécessitant pas d'activités sur le site, par exemple, restreindre l'utilisation des terres, l'ajout de balises, etc.). Les contrôles institutionnels peuvent faire partie de la conception d'un système de gestion des déchets radioactifs à titre de mesures de sûreté nécessaires ou pour améliorer la confiance dans le système.

Les options de gestion à long terme ne devraient pas reposer sur les contrôles institutionnels à long terme à titre de caractéristique de sûreté, à moins qu'ils soient absolument nécessaires. Toutefois, pour certains types de déchets et dans certaines situations propres à un site, il pourrait ne pas y avoir de solution de rechange réaliste aux contrôles institutionnels à long terme en tant que caractéristique de sûreté, même après optimisation de la conception de l'installation (tel qu'indiqué à la section 4.3.2, « Optimisation de la conception »).

En raison des incertitudes touchant les activités humaines futures ainsi que l'évolution et la stabilité des sociétés, la pratique internationale actuelle limite généralement le recours aux contrôles institutionnels à quelques siècles. Toutefois, on reconnaît que, malgré l'optimisation de la conception, certaines installations, par exemple, les systèmes de gestion des résidus, peuvent devoir se fier sur des contrôles institutionnels pour une période de temps encore plus longue. Toute intention d'utiliser les contrôles institutionnels pour garantir la sûreté à long terme doit être appuyée par des documents et justifiée dans l'évaluation à long terme.

### 7.5.4 Identification des groupes critiques et des récepteurs environnementaux

L'élaboration des scénarios d'évaluation doit inclure l'identification des récepteurs humains et environnementaux qui peuvent être exposés aux substances radioactives et dangereuses. On peut identifier ces récepteurs par une analyse des CEP ou à partir de l'évaluation des composantes valorisées de l'écosystème (CVE). Chaque scénario analysé peut comporter des groupes critiques ou des récepteurs environnementaux différents sur le plan de la radioprotection et de la protection environnementale.

L'approche suivie pour protéger l'environnement est fondamentalement différente de la démarche suivie pour protéger les personnes. La protection des personnes contre les dangers radiologiques et non radiologiques est basée sur la protection des individus, alors que la protection environnementale est basée sur la protection des populations des espèces, des communautés et des écosystèmes, pas nécessairement sur les organismes individuels.

Les évaluations prévoient habituellement les incidences sur des organismes individuels, et évaluent ensuite l'importance de ces incidences sur la population touchée.

Si on utilise des récepteurs humains dans le scénario, on peut se fonder sur le concept de groupe critique pour la radioprotection des personnes établi par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). On peut raisonnablement supposer que le groupe critique pour la protection radiologique sera également un récepteur conservateur pour l'exposition aux substances dangereuses. On appelle groupe critique un groupe de personnes représentatif des individus de la population qui, d'après les prévisions, recevront la dose radiologique annuelle la plus forte. Ce groupe serait suffisamment réduit pour être relativement homogène en ce qui a trait à l'âge, au régime alimentaire, ainsi qu'aux aspects comportementaux qui ont une incidence sur les doses annuelles reçues (CIPR 1998; paragraphe 43). Les habitudes et caractéristiques que l'on suppose pour le groupe critique humain devraient être sélectionnées d'après des hypothèses raisonnablement conservatrices et plausibles tenant compte des modes de vie actuels et de l'information disponible propre au site ou à la région. En l'absence de cette information spécifique, l'information implicite ou générique peut être adéquate pour permettre de répondre aux objectifs de l'évaluation (CIPR 1998; paragraphe 44). Le personnel de la CCSN devrait être consulté afin de déterminer s'il est adéquat d'utiliser des données génériques.

L'identification des récepteurs non humains peut être plus complexe que l'identification des groupes humains critiques, même lorsque tous les récepteurs sont présents dans le même environnement au même moment. Cela est dû à la grande variété d'organismes possédant des cycles de vie, des habitats, des voies d'exposition et des sensibilités différentes. Dans les récepteurs non humains, on retrouve habituellement toute une gamme de plantes et d'animaux différents à divers niveaux d'organisation biologique (p. ex. organisme, population, collectivité ou écosystème). Parmi d'autres critères, les récepteurs doivent représenter les groupes taxonomiques les plus susceptibles de recevoir une exposition élevée par une voie d'exposition particulière.

L'évaluation doit modéliser la biosphère, qui sera le milieu récepteur pour les contaminants, basé le plus possible sur l'information spécifique au site dans la description du système (présentée à la section 7.3.1, « Caractéristiques du site »). D'un autre côté, lorsque l'information spécifique au site n'est pas adéquate pour faire des extrapolations raisonnables ou conservatrices à partir des caractéristiques actuelles de la biosphère, une approche stylisée pour la définition de la biosphère permet de répondre à l'objectif de l'évaluation. Les espèces spécifiques ou les récepteurs génériques peuvent être utilisés pour représenter des récepteurs non humains, mais l'évaluation doit être claire à propos de ce qui est évalué. Une approche stylisée en matière de modélisation de la biosphère est actuellement en développement à l'AIEA (AIEA 2003). Le personnel de la CCSN devrait être consulté en ce qui a trait à la pertinence d'utiliser une biosphère stylisée ou des données génériques dans une évaluation.

## 7.6 Élaboration et utilisation de modèles d'évaluation

Les évaluations à long terme comportent habituellement divers outils de calcul pour prédire les conditions futures aux fins de la comparaison avec les critères d'acceptation qui dénotent la sûreté. Des modèles informatiques sont utilisés pour résoudre les équations mathématiques qui représentent les liens entre les principales caractéristiques et les principaux processus du système de gestion des déchets dans son milieu particulier. Pour se prêter à ce traitement, les modèles conceptuels de gestion des déchets et du site ont souvent besoin d'être simplifiés pour correspondre aux limites des équations mathématiques et aux capacités des outils informatiques servant à les résoudre.

Dans le cas des modèles d'évaluation à long terme, le niveau d'exactitude du modèle et le degré de conservatisme des résultats sont établis en fonction de l'objectif de l'évaluation et de l'importance des résultats du modèle pour ce qui est d'indiquer la sûreté et la performance prévues.

L'exactitude des prévisions établies dans les évaluations à long terme ne peut être vérifiée. C'est pourquoi il est nécessaire de tester et d'évaluer rigoureusement les modèles d'évaluation dans une mesure qui est déterminée par l'objectif de l'évaluation.

### 7.6.1 Élaboration des modèles d'évaluation

Le modèle d'évaluation doit être conforme à la description du site, aux propriétés des déchets, aux caractéristiques des récepteurs, ainsi qu'à la qualité et à la quantité des données disponibles pour caractériser le site, les déchets, les voies d'exposition et les récepteurs. Une approche systématique devrait être utilisée pour veiller à ce que les données servant à élaborer les modèles d'évaluation soient exactes et représentatives. Des modèles complexes ne devraient pas être développés s'il n'existe pas de données suffisantes pour les appuyer. Il peut être acceptable d'utiliser des données génériques ou implicites en remplacement de données spécifiques pour élaborer les modèles conceptuels et informatiques si on ne dispose pas de données spécifiques pour le site, comme par exemple aux premiers stades du développement. Toutefois, lorsqu'on dispose de données d'exploitation et de renseignements sur le projet « tel que construit » et que les caractéristiques du site sont mieux connues, au fil du cycle de vie de l'installation, on doit utiliser des données spécifiques au site.

Un modèle conceptuel du système de gestion des déchets devrait être élaboré avec la rigueur et le niveau de détails appropriés aux fins de l'évaluation. Le modèle conceptuel doit tenir compte des incertitudes et des lacunes au niveau des données dans la description du système, ainsi que des simplifications et hypothèses adoptées lors de l'interprétation des données de caractérisation du site. Ces simplifications et hypothèses (et toutes restrictions ou limitations résultantes dans le modèle) devraient être identifiées et discutées dans l'évaluation. Les données et renseignements non conformes au modèle conceptuel du site et du système de gestion des déchets doivent également être identifiés, et les justifications pour rejeter les interprétations alternatives doivent être discutées.

La représentation mathématique des modèles conceptuels nécessite habituellement des simplifications supplémentaires pour que les équations puissent être solutionnées. D'autres simplifications et hypothèses pourraient être nécessaires pour structurer les équations mathématiques afin de pouvoir les résoudre en fonction des conditions définies par chaque scénario. Parmi ces simplifications éventuelles, mentionnons les hypothèses concernant l'homogénéité des caractéristiques du site, l'adoption de conditions fixes aux frontières, l'imposition de conditions en régime permanent et d'hypothèses concernant les modes de vie futurs. On doit, dans l'évaluation, discuter de toutes les simplifications et hypothèses.

La nécessité de simplifier les processus et les conditions compris dans un modèle d'évaluation peut imposer certaines restrictions sur ce qui peut être modélisé par ce modèle. L'ensemble des hypothèses et des limitations qui s'accumulent durant l'élaboration des modèles conceptuels, mathématiques et informatiques, doit être intrinsèquement cohérent. Ceci signifie qu'on ne doit pas retenir d'hypothèses ou de limitations contradictoires ou s'excluant mutuellement. Les données d'entrée du modèle d'évaluation qui définissent les scénarios à analyser doivent être conformes au modèle conceptuel du site, aux limitations des outils d'analyse et aux restrictions imposées par les hypothèses et simplifications sur lesquelles chaque scénario est basé.

### **7.6.2 Confiance dans les outils de calcul**

Les outils de calcul utilisés pour résoudre les équations dans le modèle d'évaluation peuvent aller de logiciels commerciaux à des programmes informatiques mis au point spécifiquement pour l'évaluation. Tous les logiciels utilisés dans une évaluation doivent être conformes aux normes d'assurance de la qualité (AQ) reconnues. C'est habituellement le cas des logiciels commerciaux, mis au point pour le marché en fonction des normes d'assurance de la qualité. Les logiciels développés spécifiquement pour l'évaluation doivent l'être conformément à une norme acceptable d'assurance de la qualité.

Certains modèles d'évaluation ont recours à des outils génériques, par exemple des chiffriers ou des logiciels commerciaux utilisant les différences finies ou les éléments finis. Le distributeur du logiciel devrait disposer de la documentation sur l'assurance de la qualité de ces outils au cours de leur développement. Toutefois, les équations utilisées pour construire le modèle à l'aide de ces outils génériques doivent également faire l'objet de protocoles d'assurance de la qualité. Sinon, il faut justifier l'utilisation des équations pour cette évaluation en particulier.

La calibration des modèles informatiques, ainsi que la vérification et la validation des logiciels sont les principaux processus de l'assurance de la qualité des logiciels. L'étalonnage suppose l'ajustement des paramètres variables à l'intérieur des équations mathématiques afin de réduire au minimum les différences entre la réponse calculée et la réponse mesurée du système en connaissant au préalable cette dernière.

La vérification assure que le programme fonctionne de la façon prévue et conformément à sa conception (c.-à-d. que les équations mathématiques du modèle informatique sont résolues correctement). On peut le vérifier à l'aide de problèmes de référence spécifiques pour le type de modèle. Tous les logiciels utilisés dans les évaluations à long terme doivent être vérifiés.

La validation vise à s'assurer que les équations mathématiques du modèle informatique simulent avec une exactitude raisonnable les processus et les conditions qu'ils sont sensés représenter.

Les données qui sont utilisées pour étalonner un modèle ne peuvent pas être utilisées par la suite pour le valider.

### **7.6.3 Confiance dans les modèles d'évaluation**

La confiance dans les outils de calcul en soi ne suffit généralement pas pour satisfaire à la réglementation. Le modèle d'évaluation doit démontrer qu'il fait appel à ces outils correctement et à l'intérieur de leur limite, et les données d'entrée pour le modèle doivent être vérifiées conformément à une norme d'AQ acceptable, dans la mesure du possible en fonction de la rigueur de l'évaluation. Les données d'entrée, les scénarios analysés et les prévisions résultantes doivent tous être conformes aux hypothèses et aux limites du modèle d'évaluation. En outre, le modèle d'évaluation dans son ensemble (scénario, modèle conceptuel, données d'entrée et modèle mathématique) doit être validé dans la mesure du possible.

La nécessité d'évaluer les incertitudes du modèle d'évaluation par des analyses de sensibilité déterministes ou par des calculs probabilistes est déterminée par le niveau de confiance requis dans les résultats du modèle. Le niveau de confiance acceptable est déterminé par l'objectif de l'évaluation, le facteur de sûreté compris dans les critères d'acceptation pour les indicateurs de sûreté et par l'importance des résultats du modèle d'évaluation pour le dossier de sûreté.

Même si les modèles de processus ou de phénomènes particuliers peuvent parfois être validés par des expériences et des prédictions à l'aveuglette, les prédictions à long terme données par les modèles d'évaluation ne peuvent être confirmées. De la même façon, une correspondance parfaite entre les données mesurées à partir d'une expérience et les prédictions à l'aveuglette ne garantit pas que le modèle permettra d'établir de bonnes prédictions aux fins de l'évaluation de la performance, puisque des processus différents peuvent prévaloir, en matière de performance et de sûreté, sur diverses échelles de temps et d'espace et dans des conditions différentes. Les échelles de temps et d'espace de toute expérience, de même que les autres conditions d'essai, seront probablement différentes des échelles ou conditions pour lesquelles on effectue des calculs d'évaluation de la performance à long terme. De plus, l'expérience dans les projets internationaux d'essais de modélisation informatique prouve que, en raison de la complexité et de la variabilité spatiale de l'environnement naturel, on ne peut généralement parvenir à une description ou à un modèle non ambigu d'un système.

Par conséquent, le processus d'évaluation du modèle doit se concentrer sur l'identification et la compréhension des grands processus physiques, chimiques et biologiques importants pour la sûreté à diverses échelles de temps et d'espace pertinentes pour l'évaluation. Les modèles détaillés complexes des processus peuvent servir à savoir si ces processus ont une influence suffisante pour les inclure dans le modèle d'évaluation à long terme ou si on peut les ignorer sans nuire à la fiabilité des prévisions.

Dans l'évaluation du modèle, on doit inclure des analyses de sensibilité paramétriques pour savoir si les résultats du modèle réagissent comme prévu aux variations dans les valeurs des données d'entrée. L'évaluation du modèle doit également comprendre une analyse de l'incertitude et de l'importance relative dans le but d'établir quels sont les paramètres qui régissent la variabilité des résultats du modèle. Ces analyses devraient pouvoir illustrer dans quelle mesure le modèle reproduit ce que l'on sait et comprend des processus et mécanismes simulés. Il faudrait démontrer que les résultats de ces analyses sont conformes aux limites et restrictions dans les hypothèses du modèle d'évaluation.

Un contrôle utile, en ce qui a trait aux résultats du modèle, est d'établir le bilan de masse des contaminants. Les écarts dans le bilan de masse devraient être explicables, par exemple, si on décide de ne supposer aucune décroissance ou de présumer une concentration de source constante pour demeurer dans la limite du conservatisme.

Ni les études de sensibilité ni les analyses des incertitudes des modèles déterministes ou probabilistes ne peuvent tenir compte des incertitudes du modèle conceptuel sous-jacent, ou des incertitudes résultant des limites du modèle mathématique utilisé pour décrire les processus. Une enquête sur ces incertitudes nécessiterait l'utilisation de modèles mathématiques et informatiques différents fondés sur d'autres modèles conceptuels.

La confiance dans le modèle d'évaluation peut être améliorée grâce aux activités suivantes (sans toutefois s'y limiter) :

1. effectuer des prédictions indépendantes reposant sur des stratégies d'évaluation et des outils informatiques totalement différents;
2. faire la démonstration de l'uniformité entre les résultats du modèle d'évaluation à long terme et les évaluations d'établissement de la portée et limitatives;
3. appliquer le modèle d'évaluation à un analogue du système de gestion des déchets;
4. effectuer une étude comparative du modèle avec des exercices de référence;
5. l'examen scientifique par les pairs grâce à des publications non classifiées; et
6. la diffusion générale dans les collectivités scientifiques et techniques.

## 8.0 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Lors de l'interprétation des résultats de l'évaluation, le demandeur doit démontrer qu'il connaît les principes scientifiques et techniques sous-jacents qui régissent les résultats de l'évaluation. L'interprétation doit comprendre l'évaluation de la conformité avec les critères d'acceptation et l'analyse des incertitudes associées à l'évaluation.

Les résultats du modèle d'évaluation devraient également être analysés pour faire ressortir leur conformité aux attentes en matière de performance du système et à l'ensemble complet des hypothèses et simplifications retenues pour élaborer les modèles et scénarios. Tout écart ou tout résultat d'évaluation imprévu devrait être analysé et expliqué.

### 8.1 Comparaison des résultats d'évaluation avec les critères d'acceptation

L'analyse de la comparaison des résultats de l'évaluation avec les critères d'acceptation afin d'obtenir une assurance raisonnable relative à la sûreté future doit inclure une discussion sur le conservatisme des résultats du modèle et le conservatisme des critères d'acceptation des indicateurs de sûreté.

Bien que dans la plupart des cas, les critères d'acceptation sont présentés sous la forme d'une valeur unique, les résultats des évaluations déterministes et probabilistes sont associés à une incertitude. On s'attend à ce que la comparaison entre les résultats d'évaluation et les critères d'acceptation tiennent compte explicitement de l'incertitude dans les résultats d'évaluation, comme suit :

1. dans le cas des évaluations déterministes, on s'attend à ce que la plage des incertitudes dans les résultats calculés, telle que déterminée par une analyse de sensibilité (ou une analyse d'importance) soit comprise explicitement dans la comparaison; et
2. dans le cas des évaluations probabilistes, la probabilité que le critère d'acceptation soit dépassé devrait être déterminée à partir de la distribution des résultats calculés, si le critère est présenté sous la forme d'une valeur unique de conséquence.

L'analyse des incertitudes est examinée en détail à la section 8.2, « Analyse des incertitudes ».

Dans le cas des résultats d'évaluation qui sont de beaucoup inférieurs aux critères d'acceptation, le fait de tenir compte des incertitudes et du conservatisme dans l'interprétation peut permettre d'avoir une confiance accrue qu'il est improbable en réalité que les critères d'acceptation soient dépassés et qu'il n'y aura donc aucun impact.

Si la plage de résultats d'évaluation obtenus pour l'analyse des incertitudes déterministes ou pour la distribution des résultats probabilistes montre qu'une partie des résultats dépasse les critères d'acceptation, le demandeur doit démontrer que ces résultats ne présenteront pas de risque déraisonnable pour l'environnement, ou pour la santé ou la sécurité des personnes, compte tenu du conservatisme inhérent aux calculs de l'évaluation et de la probabilité que surviennent des circonstances menant à ces résultats.

## 8.2 Analyse des incertitudes

On doit mener une analyse formelle d'incertitude des prévisions pour faire ressortir les sources d'incertitude. Cette analyse doit permettre de distinguer les incertitudes attribuables aux éléments suivants :

1. données d'entrée;
2. hypothèses des scénarios;
3. aspects mathématiques du modèle d'évaluation; et
4. modèles conceptuels.



## GLOSSAIRE

### **analogues naturels**

Conditions ou processus naturels, se produisant sur de longues périodes de temps, qui sont identiques ou semblables à ceux auxquels on s'attend dans une partie du système de gestion des déchets. L'information sur les analogues naturels devrait être utilisée pour accroître la confiance dans le fait que le système se comportera tel que prévu en démontrant que les processus naturels limiteront le rejet à long terme de contaminants dans la biosphère à des niveaux ne dépassant pas les valeurs cibles. La capacité des analogues naturels à accroître le niveau de confiance dépend principalement du degré de similitude entre les conditions ou processus naturels, le niveau de détail et la confiance dans les données obtenues lors de l'examen des analogues.

### **analyse de sensibilité**

Examen quantitatif de la variation du comportement d'un système, habituellement au niveau de la valeur des paramètres supérieurs.

### **calculs conservateurs**

Calculs visant à obtenir des valeurs prévues supérieures de paramètres, afin que la réalité ne soit pas supérieure à la prévision. Ces calculs peuvent reposer sur des simplifications des processus simulés (la structure d'un modèle) ou sur les limites des valeurs des données retenues dans le modèle.

### **composantes valorisées de l'écosystème (CVE)**

Éléments de l'environnement d'un écosystème identifiés comme ayant une importance scientifique, sociale, culturelle, économique, historique, archéologique ou esthétique.

### **conditions initiales**

Valeurs des variables d'un modèle mathématique prises en hypothèse au début du calcul (au début de l'échelle temporelle).

### **conditions aux frontières**

Valeurs des variables d'un modèle mathématique pris en hypothèse aux limites spatiales du modèle.

### **contrôles institutionnels**

Contrôle des risques résiduels d'un site après son déclassement. Les contrôles institutionnels peuvent comprendre des mesures actives (nécessitant des activités sur le site comme le traitement de l'eau, la surveillance et l'entretien) et des mesures passives (qui ne nécessitent pas d'activités sur le site, comme les restrictions relatives à l'utilisation des terres, les balises, etc.).

**déchets radioactifs**

Aux fins du présent guide, toute matière (sous forme liquide, solide ou gazeuse) qui renferme une « substance nucléaire » radioactive, telle que définie à l'article 2 de la LSRN, et que le titulaire de permis a déclarée comme étant un déchet. En plus de contenir des substances nucléaires, les déchets radioactifs peuvent comprendre également des « substances dangereuses » non radioactives, telles que définies à l'article 1 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*.

**défense en profondeur**

Utilisation d'au moins deux mesures de protection aux fins d'un objectif de sûreté donné, de façon à ce que l'objectif soit atteint même en cas d'échec d'une des mesures de protection.

**dossier de sûreté**

Ensemble intégré d'arguments et de preuves pour établir la sûreté d'une installation. Comprend normalement une évaluation de sûreté mais peut aussi habituellement contenir des renseignements (avec preuves et raisonnements à l'appui) sur la solidité et la fiabilité de l'évaluation de sûreté et des hypothèses qui s'y trouvent.

**effet déterministe**

Effet du rayonnement pour lequel un seuil de dose existe, au-delà duquel la gravité des effets est fonction de la dose. Le seuil de dose dénote un effet particulier sur la santé, mais peut également dépendre, dans une certaine limite, de l'individu exposé. Parmi les exemples d'effets déterministes, mentionnons notamment l'érythème et le syndrome d'irradiation aiguë (mal des rayons).

**effet stochastique**

Contrairement à l'effet déterministe, l'effet stochastique est un effet sur la santé induit par le rayonnement, dont la probabilité d'occurrence est fonction de la dose de rayonnement et dont la gravité (si elle survient) est indépendante de la dose. Les effets stochastiques peuvent être somatiques ou héréditaires, et se produisent généralement sans seuil de dose. Parmi les exemples d'effets stochastiques, mentionnons le cancer et la leucémie.

**élimination**

Mise en place ou enfouissement de déchets radioactifs sans intention de les récupérer.

**étalonnage**

Processus dans lequel on compare les modélisations aux observations sur le terrain ou aux mesures expérimentales dans le système visé par la simulation et où l'on ajuste au besoin le modèle pour parvenir à la meilleure correspondance avec les données de mesures ou d'observations. On peut étalonner le modèle à l'aide des données obtenues d'un endroit particulier ou pour une gamme limitée de conditions. Il peut alors être réputé utilisable dans ces circonstances, mais pas nécessairement dans toutes les circonstances.

## **évaluation**

Processus et résultat de l'évaluation systématique des risques associés aux sources et aux pratiques et les mesures connexes de protection et de sûreté, dans le but de quantifier les mesures de rendement pour les comparer aux critères. L'évaluation est distincte de l'analyse.

L'évaluation vise à fournir de l'information servant de base à une décision quant à savoir si quelque chose est ou non satisfaisant. Pour y parvenir, on peut se servir comme outils de divers types d'analyses. Donc, l'évaluation peut comporter un certain nombre d'analyses.

### **évaluation d'établissement de la portée**

Évaluation reposant sur des modèles mathématiques simplifiés permettant d'établir rapidement les résultats probables qui ressortiront en prévision dans des modèles d'évaluation plus détaillés; on l'utilise également pour établir un examen du premier ordre pour savoir si la sensibilité du modèle à des changements dans les valeurs d'entrée donne une simulation raisonnable de la réalité.

### **évaluation de délimitation**

Évaluation conçue pour établir des prévisions limites ou des cas les plus défavorables, d'après une simplification des processus simulés ou l'utilisation de limites de données (par exemple, précipitations maximales possibles ou limites de solubilité thermodynamique).

### **évaluation de la sûreté**

Analyse visant à évaluer le rendement d'un système global et ses répercussions, où la mesure du rendement est l'effet radiologique ou d'autres mesures globales des effets sur la sûreté.

### **évaluation du risque**

Évaluation du risque radiologique associé à l'exploitation normale et aux accidents éventuels concernant une source ou une pratique. Cela comprend normalement l'évaluation des conséquences et les probabilités associées.

### **groupe critique**

Groupe de population raisonnablement homogène en ce qui a trait à l'exposition à une source donnée de rayonnement et à une voie d'exposition donnée; il s'agit habituellement des personnes recevant la dose effective ou la dose équivalente la plus forte (selon le cas) de la source donnée et par la voie d'exposition donnée.

### **indicateur complémentaire**

Indicateur de performance ou de sûreté non précisé à la loi ou au règlement et qui n'est pas une mesure directe de la performance ou de la sûreté, mais qui est utilisé pour compléter l'utilisation de ces indicateurs qui sont plus directs (voir « indicateur de sûreté »). Les indicateurs de remplacement sont souvent des paramètres intermédiaires dont on peut dériver les indicateurs de rendement ou de sûreté, mais ils se prêtent mieux aux calculs et à la surveillance (par exemple, la concentration des rejets de contaminants comme indicateur de remplacement pour l'exposition humaine à ce contaminant). Les indicateurs complémentaires sont utiles dans les calculs d'établissement de la portée.

**indicateur de sûreté**

Quantité utilisée dans les évaluations pour mesurer le rendement des mesures de protection et de sûreté. Il s'agit habituellement soit a) de calculs indicatifs des quantités de dose ou de risque, servant d'indices de l'ampleur éventuelle des doses ou risques, à des fins de comparaison avec les critères, ou b) d'autres quantités, par exemple concentrations ou flux de radionucléides ou de substances dangereuses, que l'on estime être un indice plus fiable des effets et que l'on peut comparer aux limites de protection fixées par les dispositions législatives ou la réglementation.

**long terme**

S'agissant de l'élimination des déchets radioactifs, période dépassant la durée pendant laquelle on peut s'attendre que durent les contrôles institutionnels actifs.

**pratique exemplaire**

Manière de faire acceptée par l'industrie (processus ou procédure) qui donne constamment des résultats supérieurs.

**récepteur**

Toute personne ou entité environnementale exposée à un rayonnement ou à une substance dangereuse ou aux deux. Le récepteur est habituellement un organisme ou une population, mais il peut aussi s'agir d'une entité abiotique, par exemple les eaux de ruissellement ou les sédiments.

**risque**

Quantité multi-attributs exprimant un risque, un danger ou une possibilité de conséquences nuisibles ou préjudiciables associés à des expositions réelles ou éventuelles. Le risque est lié à des quantités, par exemple la probabilité de survenance de conséquences néfastes spécifiques et l'ampleur et les caractéristiques de ces conséquences.

**scénarios**

Ensemble de conditions ou d'événements pris en postulat ou en hypothèse, que l'on utilise le plus souvent dans les analyses ou évaluations pour illustrer des conditions ou événements futurs éventuels à simuler, par exemple des accidents possibles à une installation nucléaire ou l'évolution future possible d'un dépôt et de ses environs.

**stockage**

Conservation du combustible usé ou des déchets radioactifs dans une installation qui en assure le confinement, l'intention étant de les récupérer.

**substance dangereuse**

Substance non nucléaire utilisée ou produite au cours de l'exécution d'une activité autorisée, pouvant causer un risque pour l'environnement ou la santé et la sécurité des personnes.

**sûreté**

Dans le cadre du présent guide, le terme « sûreté » signifie l'absence de risque déraisonnable, pour les personnes ou l'environnement, découlant de la production ou de la gestion des déchets radioactifs et de tous leurs constituants.

**validation**

Dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs, processus d'établissement de la confiance qu'un modèle illustre adéquatement un système réel à une fin spécifique.

**vérification**

Processus visant à établir si un modèle informatique applique correctement le modèle conceptuel ou le modèle mathématique visé.



## DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Un certain nombre de documents sont mentionnés dans le guide et figurent ci-après aux fins de consultation par les titulaires et demandeurs de permis. Cette référence ne signifie pas que la CCSN reconnaît nécessairement ces publications comme étant ses propres critères, dans le cadre de ses fonctions réglementaires.

1. BIOMOVs 1996, *BIOMOVs II Technical Report No. 6, Development of a Reference Biospheres Methodology for Radioactive Waste Disposal*, Comité directeur BIOMOVs II, Stockholm, 1996.
2. Canada 1992, *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*, L.C. 1992, ch. 37.
3. Canada 2000a, *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, L.C. 1997, ch. 9.
4. Canada 2000b, *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, DORS/2000-202.
5. Canada 2000c, *Règlement sur la radioprotection*, DORS/2000-203.
6. CCME 1996, *Cadre pour l'évaluation du risque écotoxicologique : orientation générale. Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés*, Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg (Manitoba) 1996.
7. CCME 2002, *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), Ottawa, 2002.
8. CCSN 2004, *Gestion des déchets radioactifs, Politique d'application de la réglementation P-290*, Commission canadienne de sûreté nucléaire, Ottawa, 2004.
9. CCSN 2006, *Feuille de documentation : La CCSN et les évaluations environnementales fédérales*. Commission canadienne de sûreté nucléaire, Ottawa, 2006, [http://www.nuclearsafety.gc.ca/fr/regulatory\\_information/other/backgrounder\\_EA.cfm](http://www.nuclearsafety.gc.ca/fr/regulatory_information/other/backgrounder_EA.cfm)
10. EC 1997, *Évaluation environnementale des substances d'intérêt prioritaire conformément à la Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, Guide Version 1.0, Environnement Canada, 1997.
11. EC 2003, *Loi canadienne sur la protection de l'environnement 1999, Liste des substances d'intérêt prioritaire – Rapport d'évaluation – Rejets de radionucléides des installations nucléaires (effets sur les espèces autres que l'être humain), rapport final*, mai 2003, Environnement Canada et Santé Canada. Ottawa, 2003.
12. SC 2004a, *Évaluation du risque pour les lieux contaminés fédéraux au Canada, Partie I : Directives pour l'évaluation préliminaire du risque toxicologique à la santé humaine (EPRT), version 1.1*, Santé Canada, Services d'évaluation de la santé environnementale, Programme de la sécurité des milieux, Santé Canada, Ottawa, 2004.

13. SC 2004b, *Évaluation du risque pour les lieux contaminés fédéraux au Canada, Partie II : Valeurs toxicologiques de référence (VTR), version 1.0*, Santé Canada, Services d'évaluation de la santé environnementale, Programme de la sécurité des milieux, Santé Canada, Ottawa, 2004.
14. AIEA, 1989, *Natural Analogues in Performance Assessments for the Disposal of Long Lived Radioactive Wastes*, IAEA Technical Report Series No. 304, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 1989.
15. AIEA, 1992, *Effects of Ionizing Radiation on Plants and Animals at Levels Implied by Current Radiation Protection Standards*, IAEA Technical Report Series No. 332, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 1992.
16. AIEA, 1999, *Safety Assessment for Near Surface Disposal of Radioactive Waste Safety Guide*, IAEA Safety Standards Series WS-G-1.1, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 1999.
17. AIEA, 2002, *Management of Radioactive Waste from the Mining and Milling of Ores Safety Guide*, IAEA Safety Standards Series WS-G-1.2, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 2002.
18. AIEA, 2003, *"Reference Biospheres" for solid radioactive waste disposal*, IAEA-BIOMASS-6, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 2003.
19. AIEA, 2004, *IAEA ISAM, Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities. Results of a Co-ordinated Research Project*, 2 Volumes, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 2004.
20. CIPR 1991, *Publication 60 de la CIPR : 1990 Recommandations de la Commission internationale de protection radiologique*, Commission internationale de protection radiologique, 1991.
21. CIPR 1998, *Publication 81 de la CIPR : Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste*, Commission internationale de protection radiologique, 1998.
22. MEEEO 1997, *Guidelines for Use at Contaminated Sites in Ontario*, Ontario Ministry of the Environment and Energy (MOEE), 1997.
23. NCRP 1991, *NCRP Report No. 109, Effects of Ionizing Radiation on Aquatic Organisms*, National Council on Radiation Protection and Measurement, Washington, 1991.
24. AEN, 2000, *Features, Events and Processes (FEPs) for Geologic Disposal of Radioactive Waste—An International Database*, Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, Paris, 2000.
25. AEN, 2001, *Scenario Development Methods and Practice*, Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, Paris, 2001.

26. AEN, 2003, *Features, Events and Processes Evaluation Catalogue for Argillaceous Media*, NEA 4437, Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, Paris, 2003.
27. OPG 2001, *A Design Basis Glacier Scenario*, W. R. Peltier, OPG Report No. 06819-REP-01200-10069-R00, Ontario Power Generation, Toronto, 2001.
28. SKI 1995, *SKI Report 95:42, The Central Scenario for SITE-94: A Climate Change Scenario*, Service national d'inspection de l'énergie nucléaire de Suède, Stockholm, 1995.
29. USEPA 2002, *Child-Specific Exposure Factors Handbook, Interim Report*. United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington Office, Washington DC, 448 EPA-600-P-00-002B.01, 2002.

