

**J**

**Méthodologie d'analyse  
des risques radiologiques**



---

Modification des installations de stockage des déchets radioactifs  
et réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2

## **Méthodologie d'analyse des risques radiologiques**

---

---

Rapport technique

ISR TN-1115-3

version 3.5

5 mai 2003

Préparé par



INTERNATIONAL SAFETY RESEARCH

## Assurance qualité

**Titre**

Modification des installations de stockage des déchets radioactifs et réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2,

Méthodologie d'analyse des risques radiologiques

**Date du rapport**

5 mai 2003

**Numéro du rapport**

ISR TN-1115-3, version 3.5

**Préparé par:**



François Lemay, ing., Ph.D.

1<sup>er</sup> mai 2003

**Vérifié par:**



Corinne Françoise, ing.

5 mai 2003

**Approuvé par:**



Jean-François Lafortune, ing., Ph.D.

5 mai 2003

## Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2. Intégration dans le processus d'évaluation</b>	<b>2</b>
<b>3. Critères radiologiques d'acceptabilité du risque</b>	<b>5</b>
3.1 Expositions en situation normale	5
3.2 Expositions en situation d'événements naturels, de défaillances et d'accidents	5
<b>4. Méthodologie d'identification et d'évaluation des impacts radiologiques</b>	<b>8</b>
<b>5. Références</b>	<b>11</b>

## 1. Introduction

La *méthodologie d'analyse des risques radiologiques* est un document complémentaire à la *méthode d'évaluation des impacts sur l'environnement* [1] du projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2. L'application de la *méthodologie d'analyse des risques radiologiques* contribuera à la réalisation de l'étude sectorielle sur l'*analyse des risques radiologiques*.

L'étude d'impact sur l'environnement devra répondre aux exigences du projet de lignes directrices émis par la CCSN [2]. Elle considérera aussi la directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet industriel [3] reçue du MENV dans le cadre de l'avant-projet. Cette dernière précise notamment que l'analyse doit accorder une attention toute particulière aux éléments sensibles du milieu pouvant être affectés par le projet en situation normale de même que lors d'un accident.

L'*analyse des risques* a une portée plus limitée. Elle examine seulement les risques radiologiques du projet sur l'environnement (humains et biotes) en situation normale et en situation d'événements naturels, de défaillances et d'accidents. Cette analyse ne se substitue pas à l'évaluation des impacts sur l'environnement mais ses résultats y seront intégrés afin de permettre une évaluation rigoureuse des impacts radiologiques du projet.

## 2. Intégration dans le processus d'évaluation

La démarche d'évaluation des impacts du projet sur l'environnement qui sera utilisée par Hydro-Québec est présentée à la Figure 1. Ainsi, l'identification des sources d'impact sera documentée dans l'*étude d'impact*. Cette identification couvrira :

- les sources d'impacts du projet en situation normale;
- les sources d'événements naturels, de défaillances et d'accidents.

L'*étude d'impact* contiendra aussi une identification des composantes humaines et biophysiques qui peuvent être affectées par les sources d'impact.

Selon la méthode d'évaluation des impacts sur l'environnement [1], deux outils seront utilisés pour la détermination et l'évaluation des impacts. Le premier présente les relations entre les sources d'impact du projet et les composantes du milieu, notamment les composantes valorisées de l'écosystème (CVÉ). Ces relations sont présentées dans des grilles d'interrelations et permettent d'identifier les éléments du milieu qui pourront être touchés par les installations projetées. Les annexes A (*grille d'identification des impacts potentiels du projet en situation normale*) et C (*grille d'identification des impacts potentiels du projet en situation d'événements naturels, de défaillances et d'accidents*) de la *méthode d'évaluation des impacts sur l'environnement* [1] présentent ces grilles.

Le second outil présenté dans la *méthode d'évaluation des impacts* sert à évaluer l'importance des impacts potentiels en fonction des critères d'intensité, d'étendue, de durée, de fréquence et de réversibilité. Ces critères sont regroupés dans une grille et permettent de préciser l'importance de l'impact d'une activité du projet sur une composante donnée. Il faut noter que les critères peuvent être examinés de façon qualitative ou quantitative. Le *projet de lignes directrices* [2] permet une certaine latitude à cet égard.

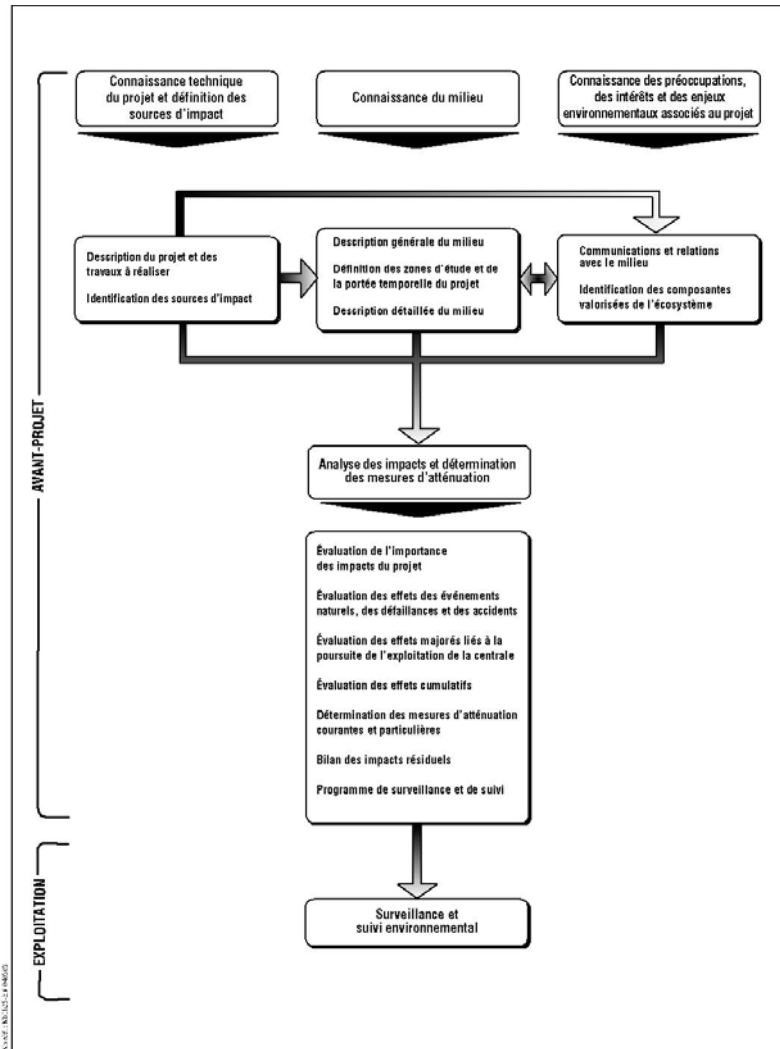
Les grilles d'identification serviront d'outils pour l'analyse des risques radiologiques. Pour chacun des composants du projet, l'*analyse des risques radiologiques* examinera l'impact potentiel sur les biotes de même que sur les travailleurs de la centrale, les travailleurs du parc industriel et portuaire de Bécancour et la population locale. Les impacts seront ensuite comparés à des *critères d'acceptabilité*.

Le résultat de l'*analyse des risques radiologiques* s'insérera dans la partie de l'étude d'impact sur l'environnement qui portera sur l'*analyse des impacts et la détermination des mesures d'atténuation*, en particulier aux étapes suivantes :

- évaluation de l'importance des impacts du projet ;
- évaluation des effets des événements naturels, des défaillances et des accidents.

Dans ces sections de l'étude d'impact, l'évaluation quantitative des risques radiologiques sera tirée de l'*analyse des risques*.

Figure 1 : Démarche d'évaluation environnementale





La section qui suit présente les critères utilisés afin de déterminer l'acceptabilité des risques. Il faut noter que la démarche ainsi que les critères sont essentiellement quantitatifs mais les résultats sont directement utilisables dans la grille d'évaluation de l'importance des impacts.

### **3. Critères radiologiques d'acceptabilité du risque**

#### **3.1 Expositions en situation normale**

Les critères d'acceptabilité du risque radiologique pour les expositions de routine des humains sont les limites de dose contenues dans la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* [4]. Dans le cas des biotes, ce sont les limites de dose génériques recommandées dans le rapport de Bird *et al.* [5] qui tiennent lieu de critères.

#### **3.2 Expositions en situation d'événements naturels, de défaillances et d'accidents**

Certaines expositions aux rayonnements ionisants peuvent survenir lors de défaillances, d'accidents ou d'événements naturels.

Pour l'humain, le critère fondamental d'acceptabilité est une limite sur le risque individuel. Il est toutefois permis de choisir des critères plus contraignants (risque moins élevé que la limite). Ainsi, la gestion des risques peut se faire en diminuant la probabilité ou les conséquences, ou les deux facteurs à la fois.

D'autres considérations permettent de simplifier l'analyse. Par exemple, certains événements qui conduisent à une exposition accidentelle pourraient entraîner un impact faible, les conséquences de l'exposition accidentelle ne dépassant pas les limites de dose pour les expositions en situation normale. Pour ces accidents, le critère d'acceptabilité du risque est donc satisfait, peu importe la probabilité de l'événement.

D'autres événements sont associés à des défaillances aléatoires ou à des événements naturels pour lesquels il est possible d'estimer la probabilité. Les événements dont la probabilité est supérieure à  $10^{-6}/a$  sont considérés crédibles et sont sujets au critère de risque. Ceux dont la probabilité est inférieure à  $10^{-6}/a$  sont considérés non crédibles et ne sont pas analysés.

Donc, l'une ou l'autre des approches suivantes sera utilisée pour l'analyse de risque :

1. S'il est possible de démontrer que les conséquences associées à un événement ne dépassent pas la limite de dose annuelle, le critère d'acceptabilité du risque sera automatiquement satisfait.
2. Pour les événements occasionnels dont la probabilité est supérieure à  $10^{-6}/a$  et qui dépassent la limite de dose annuelle, il faudra s'assurer que le risque est inférieur à la limite de risque individuel.
3. S'il est possible de démontrer que la probabilité d'un événement est inférieure à  $10^{-6}/a$ , il ne sera pas sujet au critère de risque.

Dans le cas des biotes qui pourraient potentiellement être affectés par une exposition accidentelle, le critère retenu est la survie de la population. Ce critère est compatible avec les notions d'étendue et de réversibilité contenues dans le guide de référence de l'ACÉE [6].

En résumé, les impacts radiologiques du projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2 seront évalués en fonction des critères présentés au Tableau 1.

On note que, pour les humains, les critères de risque (doses et risques équivalents) sont strictement individuels. Pour les biotes, la limite de dose individuelle est utilisée pour les expositions de routine. Un critère collectif (la survie de la population locale) est utilisé pour les situations accidentelles.

**Tableau 1 : Critères radiologiques d'acceptabilité des risques du projet**

Récepteur	Activités normales	Défaillances et accidents
<b>Humains</b>		
Travailleurs du secteur nucléaire	Limites de dose efficace 50 mSv / 1 a 100 mSv / 5 a	Risque individuel équivalent à $2 \times 10^{-3}$ effets / a
	Limite de dose équivalente au cristallin 150 mSv / a à la peau 500 mSv / a aux mains et pieds 500 mSv / a	ou Dose efficace < 20 mSv  Ou Probabilité < $10^{-6}$ / a
Public	Limite de dose efficace 1 mSv / a	Risque individuel équivalent à $1 \times 10^{-4}$ effets / a
	Limite de dose équivalente au cristallin 15 mSv / a à la peau 50 mSv / a aux mains et pieds 50 mSv / a	ou Dose efficace < 1 mSv  Ou Probabilité < $10^{-6}$ / a
<b>Biotes</b>		
Terrestre Plantes Animaux Invertébrés	Limite de dose absorbée 1 Gy / a 1 Gy / a 2 Gy / a	Survie de la population à l'extérieur de la zone affectée
Aquatique Plantes Poissons Invertébrés	Limite de dose absorbée 1 Gy / a 200 mGy / a 2 Gy / a	Survie de la population à l'extérieur de la zone affectée

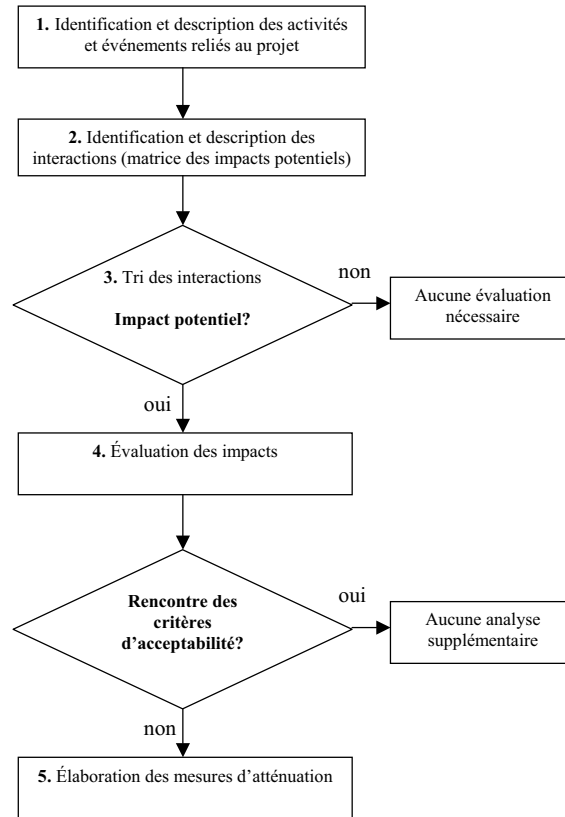
#### 4. Méthodologie d'identification et d'évaluation des impacts radiologiques

La méthodologie pour l'identification et l'évaluation des impacts radiologiques du projet est représentée sous forme de logigramme à la Figure 2. Les deux premières étapes seront documentées dans l'*étude d'impact sur l'environnement*. Le tri, l'évaluation et la vérification des critères d'acceptabilité seront effectués dans l'*analyse des risques radiologiques*. Les résultats de ces étapes seront ensuite résumés dans l'*étude d'impact sur l'environnement*. L'élaboration des mesures d'atténuation sera aussi effectuée dans l'*étude d'impact sur l'environnement*.

Les points suivants décrivent chacune des étapes de la méthode d'identification et d'évaluation des impacts radiologiques identifiées à la Figure 2.

1. **Identification des activités et événements** : toutes les activités, événements et composants qui peuvent affecter l'environnement durant les travaux de construction des installations de stockage projetées, durant l'exploitation normale de ces installations et en cas d'événements naturels, de défaillances ou d'accidents sont identifiés.
2. **Identification des interactions** : tous les impacts potentiels sur les humains et les biotes qui sont causés par des activités et événements potentiels reliés au projet sont considérés, même si leur probabilité est faible ou que les impacts potentiels sont considérés négligeables.
3. **Tri préliminaire des interactions**
  - Toutes les interactions sont ensuite examinées individuellement en fonction de leur intensité, leur étendue, leur durée et leur réversibilité.
  - Si la probabilité d'un événement est plus faible que  $10^{-6}/a$ , on considère alors que l'événement est non crédible.
  - Si l'impact sur les humains ou les biotes n'est pas détectable ou mesurable, l'interaction n'est pas considérée.
4. **Évaluation des impacts du projet**
  - Toutes les interactions qui n'ont pas été éliminées à l'étape précédente sont ensuite examinées.
  - Pour les activités normales qui génèrent un impact chronique, les critères d'acceptabilité du Tableau 1 sont utilisés.

**Figure 2 : Démarche d'identification et d'évaluation des impacts radiologiques**



- Pour les défaillances et accidents, les conséquences de l'événement sont d'abord comparées aux critères d'acceptabilité pour les activités normales. Si les limites annuelles de dose pour les travailleurs du secteur nucléaire et le public ne sont pas dépassées, l'événement satisfait les critères d'acceptabilité.
- Lorsque les conséquences d'un événement dépassent les limites annuelles de dose, la probabilité de l'événement est estimée et le risque pour les humains est comparé aux critères de risque.

**5. Évaluation des mesures d'atténuation**

- Lorsque les impacts résiduels sont importants, les mesures d'atténuation sont ensuite élaborées.

## 5. Références

- [1] *Modification des installations de stockage des déchets radioactifs et réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2, Méthode d'évaluation des impacts sur l'environnement*, G2-APR-3-01080-RAPP-015, mai 2003, révision 7.
- [2] *Projet de lignes directrices sur l'évaluation environnementale (portée du projet et de l'évaluation), concernant le projet de modification aux installations de stockage de déchets radioactifs de la centrale nucléaire de Gentilly-2 proposé par Hydro-Québec*. Préparé par la Commission canadienne de sûreté nucléaire, février 2003.
- [3] *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet industriel*, MENV du Québec, janvier 1997 (mise à jour décembre 2000).
- [4] *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*. Gouvernement du Canada. 1997, ch. 9.
- [5] G.A. Bird, P.A. Thompson, C.R. Macdonald, S.C. Sheppard, *Ecological risk assessment approach for the regulatory assessment of the effects of radionuclides released from nuclear facilities*, Third International Symposium on Protection of the Environment from Ionizing Radiation, Darwin, Australia, 21-26 July 2002.
- [6] *Guide de référence : Déterminer la probabilité des effets environnementaux négatifs importants d'un projet*, Agence canadienne d'évaluation environnementale. [http://www.ceaa.gc.ca/0011/0001/0008/contents\\_f.htm](http://www.ceaa.gc.ca/0011/0001/0008/contents_f.htm).