



Rapport d'évaluation technique :  
**Conception du colis NAC-LWT pour  
le transport de solution liquide de  
nitrate d'uranyle hautement enrichi**

---

Décembre 2014



## **Rapport d'évaluation technique : Conception du colis NAC-LWT pour le transport de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi**

© Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) 2014

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

*Également publié en anglais sous le titre : Technical Assessment Report: NAC-LWT Package Design for Transport of Highly Enriched Uranyl Nitrate Liquid*

### **Disponibilité du document**

Les personnes intéressées peuvent consulter le document sur le site Web de la CCSN à [suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca) ou l'obtenir, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

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

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

Télécopieur : 613-995-5086

Courriel : [info@cnsccsn.gc.ca](mailto:info@cnsccsn.gc.ca)

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

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

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

## Préambule

En avril 2010, le gouvernement du Canada et des États-Unis ont annoncé un projet conjoint de renvoi du combustible usé d'uranium hautement enrichi du Canada vers les États-Unis. Cette coopération fait partie de l'Initiative mondiale de réduction de la menace nucléaire, qui est un large effort international visant à consolider l'inventaire d'uranium hautement enrichi dans un nombre restreint d'endroits autour du globe. Cette initiative favorise la non-prolifération et la sécurité globale en retirant la matière de grade militaire du Canada en la transférant aux États-Unis, qui possèdent la capacité de retraitement pour une utilisation pacifique. Ceci élimine également le transfert de cette responsabilité nucléaire aux prochaines générations de Canadiens.

En mars 2012, le premier ministre Harper a annoncé que le Canada et les États-Unis augmentaient leurs efforts pour le rapatriement d'uranium hautement enrichi, y compris sous forme liquide. Cela comprend la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, un sous-produit de la production d'isotopes médicaux, présentement stocké aux Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) à Chalk River, en Ontario.

Afin d'effectuer le transport sécuritaire de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, une entreprise établie au États-Unis, NAC International Inc. (NAC) a présenté une demande visant l'homologation d'une version révisée du modèle de colis NAC Legal Weight Truck (NAC-LWT), qui est déjà homologué, en vue du transport de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Ce modèle de colis doit être homologué de façon indépendante par les États-Unis et le Canada, en commençant par les États-Unis, puisqu'il s'agit du pays d'origine. L'homologation est requise par la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis (NRC), par le Département de transport des États-Unis (USDOT), ainsi que par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

L'objet et la portée de cette évaluation technique concerne uniquement l'homologation du modèle de colis. La CCSN n'a pas encore reçu de demande pour le transport ou l'exportation de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi vers les États-Unis.

## Homologation canadienne

Afin d'être homologué au Canada, le modèle de colis NAC-LWT doit satisfaire aux essais très stricts qui simulent les conditions normales et hypothétiques d'accident de transport, incluant un essai de chute libre, une chute sur barre perforante et une épreuve thermique. Le colis doit satisfaire aux exigences du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* (RETSN) de la CCSN. Ce règlement se fonde sur le *Règlement de transport des matières radioactives* de l'Agence internationale de l'énergie atomique (*Règlement de l'AIEA*), qui établit des normes de sûreté rigoureuses offrant un niveau de contrôle acceptable à l'échelle internationale du rayonnement, de criticité nucléaire, et des risques thermiques pour les personnes, les propriétés et l'environnement qui sont liés au transport des matières radioactives.

Lorsque le personnel de la CCSN est d'avis qu'on a satisfait à toutes les exigences réglementaires, un certificat d'homologation est délivré pour le modèle de colis.

Advenant que le colis NAC-LWT soit homologué par la CCSN, la NRC des États-Unis et le Département de transport des États-Unis, les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC), en tant qu'expéditeur, devront obtenir un permis de transport conformément au RETSN ainsi qu'un permis d'exportation conformément au *Règlement sur le contrôle de l'importation et de l'exportation aux fins de la non-prolifération nucléaire*. L'information concernant le permis de transport est considérée comme étant des renseignements réglementés et, par conséquent, ne sera pas divulguée publiquement.

Un résumé du cadre réglementaire complet du transport des matières radioactives (incluant l'homologation des modèles de colis) entre le Canada et les États-Unis est présenté dans la figure ci-dessous.



CANADA



ÉTATS-UNIS

Transports Canada (TC)
<p>Responsabilités</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approbation des plans d'intervention d'urgence (PIU)</li> </ul>
<p>Exigences réglementaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Loi sur le transport des marchandises dangereuses (TMD)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Règlement sur le transport des marchandises dangereuses</i></li> </ul> </li> </ul>

Département de transport (DOT)
<p>Responsabilités</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Délivre les certificats d'autorité compétente en validant le certificat de conformité émis par la NRC des États-Unis</li> </ul>
<p>Exigences réglementaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hazardous Materials Regulations (HMR), Code of Federal Regulations Title 49 (49 CFR)</i> (qui inclut les exigences de sécurité et de réponse en cas d'urgence)</li> </ul>

Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)
<p>Responsabilités</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Délivre des certificats d'homologation pour les colis</li> <li>• Délivre des permis de transport (incluant les routes, le plan de sécurité et la référence au PIU approuvé par TC)</li> <li>• Délivre des permis d'exportation</li> <li>• Administre les dispositions de l'accord de coopération nucléaire bilatérale entre le Canada et les États-Unis</li> </ul>
<p>Exigences réglementaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires</i></li> <li>• <i>Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires</i></li> <li>• <i>Règlement sur la radioprotection</i></li> <li>• <i>Règlement sur la sécurité nucléaire</i></li> <li>• <i>Règlement sur le contrôle de l'importation et de l'exportation aux fins de la non-prolifération nucléaire</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Loi sur le transport des marchandises dangereuses</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Règlement sur le transport des marchandises dangereuses de classe 7 (matières radioactives)</i></li> </ul> </li> </ul>

Nuclear Regulatory Commission (NRC)
<p>Responsabilités</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Délivre les certificats de conformité pour les colis</li> <li>• Autorise les routes à suivre pour le transport en se fondant sur la réglementation du DOT</li> </ul>
<p>Exigences réglementaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Title 10, Code of Federal Regulations (10 CFR)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Packaging and Transportation of Radioactive Material Regulations (10 CFR Part 71)</i></li> <li>• <i>Standards for Protection Against Radiation (10 CFR Part 20)</i></li> <li>• <i>Export and Import of Nuclear Equipment and Materials (10 CFR Part 110)</i></li> </ul> </li> </ul>

Département de l'énergie / National Nuclear Security Administration (DOE/NNSA)
<p>Responsabilités</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gère l'Initiative mondiale de réduction de la menace nucléaire</li> <li>• Administre les dispositions de l'accord de coopération nucléaire bilatérale entre le Canada et les États-Unis</li> <li>• Délivre les autorisations pour les plans de sécurité de transport</li> <li>• Autorise les expéditions</li> </ul>
<p>Exigences réglementaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiative mondiale de réduction de la menace nucléaire</li> <li>• National Environmental Policy Act (NEPA)</li> </ul>

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>1</b>
<b>1.0 INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
1.1. Objet et portée .....	3
1.2. Contexte .....	3
1.3. Faits saillants .....	5
1.4. Conclusions générales.....	5
<b>2.0 ÉVALUATION TECHNIQUE PAR LA CCSN DU MODÈLE PROPOSÉ DE COLIS NAC-LWT POUR LE TRANSPORT DE NITRATE D'URANYLE LIQUIDE HAUTEMENT ENRICHİ .....</b>	<b>7</b>
2.1. Généralités .....	7
2.2. Description et classification du colis de transport .....	8
2.3. Caractérisation des substances nucléaires .....	10
2.4. Conditions normales et conditions d'accident de transport.....	11
2.5. Évaluation structurale .....	13
2.6. Évaluation thermique .....	16
2.7. Évaluation du confinement.....	19
2.8. Évaluation du blindage.....	20
2.9. Évaluation de la criticité .....	21
2.10. Évaluation des procédures opérationnelles.....	22
2.11. Évaluation des essais d'acceptation et du programme d'entretien .....	23
2.12. Évaluation de l'assurance-qualité.....	23
<b>3.0 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE.....</b>	<b>25</b>
<b>4.0 CONCLUSIONS.....</b>	<b>26</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>27</b>
<b>LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES.....</b>	<b>28</b>
<b>ANNEXE A. RAPPORT D'INFORMATION SUR L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE : TRANSPORT DE NITRATE D'URANYLE HAUTEMENT ENRICHİ .....</b>	<b>29</b>

## SOMMAIRE

Ce document présente l'évaluation technique effectuée par le personnel de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) de la demande présentée par NAC International Inc. (NAC) pour l'homologation d'un modèle de colis contenant des matières radioactives devant être utilisé pour le transport de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Ce rapport ne contient pas de renseignements réglementés.

La solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi dont on prévoit en faire le transport est actuellement stockée aux Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) à Chalk River, en Ontario. On prévoit la transporter dans le cadre d'une importante collaboration internationale, en vertu de l'Initiative mondiale de réduction de la menace nucléaire, dirigée par les États-Unis, visant à regrouper les stocks d'uranium hautement enrichi pour réduire le nombre de dépôts d'uranium hautement enrichi dans le monde. En retirant du Canada des matières contenant de l'uranium hautement enrichi existantes et en les retraitant à des fins pacifiques, on favorise la non-prolifération et la sécurité.

En décembre 2012, NAC a présenté une demande, à la fois à la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis (NRC) et à la CCSN, pour l'homologation d'une version révisée du modèle de colis NAC-Legal Weight Truck (NAC-LWT) déjà homologué, en vue du transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Depuis la présentation de la demande en 2012, la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis et la CCSN ont fait plusieurs demandes de renseignements supplémentaires, auxquelles NAC a répondu.

Le personnel de la CCSN a effectué une évaluation technique de la demande présentée par NAC pour l'homologation du colis NAC-LWT destiné au transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, et est d'avis que le colis respecte toutes les exigences réglementaires canadiennes et internationales.

Le personnel de la CCSN a également procédé à une évaluation environnementale en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) dans le cadre de l'examen de la demande d'homologation du colis. Le personnel de la CCSN a conclu que le colis NAC-LWT proposé par NAC en vue du transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi permettra d'assurer la protection de l'environnement et la santé et la sécurité des personnes.

La CCSN n'a pas encore reçu de demande pour le transport ou l'exportation de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi vers les États-Unis. Avant de délivrer un permis autorisant le transport de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi dans un colis homologué, la CCSN doit s'assurer que toutes les exigences réglementaires sont satisfaites. Celles-ci comprennent l'autorisation par la CCSN d'un plan de sécurité du transport, un plan d'intervention d'urgence approuvé par Transports Canada et en place au moment du transport, ainsi qu'un permis d'exportation délivré par la CCSN.

Le mandat de la CCSN consiste à veiller à ce que toutes les activités nucléaires soient réalisées de manière à protéger l'environnement et préserver la santé et la sécurité des travailleurs et du public, tout en assurant le respect des engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. La CCSN attache une grande importance à la transparence et à la consultation du public et elle a tenu à jour l'information disponible sur son site Web concernant l'homologation du colis NAC-LWT proposé en vue du transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Par exemple, la CCSN a affiché sur son site Web, le 25 juin 2013, la demande originale présentée par NAC. Cette évaluation technique, qui comprend également l'évaluation environnementale, est présentée aux fins de commentaires de la part des membres du public pour une période de 30 jours.



## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1. Objet et portée

Le présent document a pour but de présenter les résultats de l'évaluation technique réalisée par le personnel de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) à la suite de la demande de NAC International Inc. (NAC). Cette demande concerne l'homologation d'un modèle de colis en vue du transport de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Ce rapport ne contient pas de renseignements réglementés.

Cette évaluation est fondée sur les renseignements fournis par NAC. L'évaluation technique réalisée par le personnel de la CCSN se concentre sur le modèle de colis afin d'établir si le colis NAC-LWT satisfait à toutes les exigences réglementaires précisées dans le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* (RETSN) et le *Règlement de transport des matières radioactives* (édition de 2009) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (le *Règlement de l'AIEA*), à savoir :

- les exigences relatives au modèle de colis pour les conditions normales de transport
- les exigences relatives au modèle de colis pour les conditions d'accident de transport
- la sûreté-criticité

### 1.2. Contexte

La solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi à transporter est actuellement stockée aux Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) à Chalk River, en Ontario. Elle doit être transportée dans le cadre d'une grande collaboration internationale, en vertu de l'Initiative mondiale de réduction de la menace nucléaire, dirigée par les États-Unis, visant à regrouper les stocks d'uranium hautement enrichi pour réduire le nombre de dépôts d'uranium hautement enrichi dans le monde. En retirant du Canada des matières contenant de l'uranium hautement enrichi existantes et en les retraitant à des fins pacifiques, on favorise la non-prolifération et la sécurité.

Pendant de nombreuses années, l'uranium hautement enrichi a été importé au Canada afin d'être utilisé dans la production d'isotopes médicaux aux laboratoires de Chalk River, l'un des plus grands producteurs mondiaux d'isotopes médicaux utilisés dans le diagnostic et le traitement du cancer et d'autres maladies graves. De 1986 à 2003, les résidus des cibles utilisées pour la production d'isotopes médicaux – un liquide contenant de l'uranium hautement enrichi sous forme de nitrate d'uranyle hautement enrichi – ont été stockés dans un réservoir en acier inoxydable à double paroi, appelé réservoir de stockage de solution fissile, qui se trouve aux laboratoires de Chalk River. Les LNC envisagent maintenant de rapatrier la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi stockée dans le réservoir de stockage de solution fissile pour la retourner aux États-Unis.

En décembre 2012, NAC a présenté une demande, à la fois à la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis (NRC) et à la CCSN, pour l'homologation d'une version révisée du modèle de colis NAC-LWT déjà homologué, en vue du transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Depuis la présentation de la demande en

2012, la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis et la CCSN ont fait plusieurs demandes de renseignements supplémentaires, auxquelles NAC a répondu.

La Nuclear Regulatory Commission des États-Unis procède actuellement à une évaluation de la demande de NAC afin de s'assurer que cette demande satisfait à toutes les exigences prévues dans la réglementation des États-Unis. La CCSN effectue une évaluation indépendante de celle des États-Unis pour vérifier la conformité de la demande d'homologation du colis NAC-LWT à la réglementation canadienne. Elle rendra une décision définitive sur l'homologation du colis si celui-ci est également homologué aux États-Unis. Le colis doit d'abord être homologué aux États-Unis puisque NAC est une société américaine, conformément à la réglementation internationale qui précise que le colis doit être homologué dans le pays d'origine du modèle de colis.

Au Canada, les spécialistes du transport de la CCSN, autorisés à exercer la profession d'ingénieur, évaluent toutes les demandes concernant l'homologation des modèles de colis, avec l'aide d'autres experts de la CCSN au besoin, afin de déterminer si toutes les exigences réglementaires applicables ont été respectées.

Le mandat de la CCSN consiste à veiller à ce que toutes les activités nucléaires soient réalisées de manière à protéger et à préserver la santé et la sécurité des travailleurs et du public de même que l'environnement, tout en assurant le respect des engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. La CCSN attache une grande importance à la transparence et à la consultation du public. Son site Web contient des renseignements à jour concernant l'homologation du colis NAC-LWT et le transport éventuel de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi.

La CCSN n'as pas encore reçu de demande de permis pour le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi vers les États-Unis. Avant de délivrer un permis autorisant le transport dans un colis de transport NAC-LWT homologué, la CCSN doit s'assurer que le demandeur a mis en place :

- des dispositions adéquates pour s'assurer que les doses de rayonnement aux travailleurs et au public ne dépassent pas les limites réglementaires de la CCSN, et qu'elles seront maintenues au niveau le plus bas qu'on puisse raisonnablement atteindre (principe ALARA) pendant toute l'opération de transport
- des mesures adéquates pour protéger l'environnement pendant toute l'opération de transport
- un plan de sécurité du transport qui a été présenté et approuvé par la CCSN
- un plan d'intervention d'urgence qui a été présenté et approuvé par Transports Canada
- un permis d'exportation de la CCSN pour l'exportation de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi

### 1.3. Faits saillants

Le personnel de la CCSN a évalué la demande d'homologation du modèle de colis NAC-LWT proposé pour le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi en vue d'un rapatriement du Canada vers les États-Unis. La demande de NAC, ainsi que les renseignements supplémentaires fournis par NAC en réponse aux demandes d'information de la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis et de la CCSN, ont été examinés et évalués par le personnel de la CCSN. L'évaluation effectuée par le personnel de la CCSN est présentée de façon détaillée à la partie 2.0.

L'évaluation de la demande a été effectuée à l'aide du document RD/GD-364 de la CCSN : *Guide d'approbation des colis de transport du type B(U) et des colis transportant des matières fissiles Canada-États-Unis*. Ce document décrit les exigences auxquelles il faut répondre pour assurer la conformité au *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* (RETSN) canadien, qui intègre en partie l'édition révisée de 1996 du *Règlement de transport des matières radioactives* de l'Agence internationale de l'énergie atomique (le *Règlement de l'AIEA*). L'évaluation de la demande a aussi pris en compte l'édition de 2009 du même *Règlement de transport des matières radioactives* de l'AIEA (le *Règlement de l'AIEA*). Le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* prescrivent des normes de rendement strictes qui doivent être respectées pour l'homologation des colis de transport conçus pour le transport de matières radioactives. Les principaux aspects techniques considérés comprennent les aspects structurels et thermiques, le confinement, le blindage, la criticité, les procédures d'opération pour l'utilisation sécuritaire du colis, l'inspection et l'entretien, ainsi que l'assurance de la qualité.

Dans le cadre de son évaluation de la demande de NAC, le personnel de la CCSN a également procédé à une évaluation environnementale en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN). Le personnel de la CCSN a tenu compte des résultats de l'évaluation environnementale dans son évaluation de la demande d'homologation du colis NAC-LWT. Un résumé de l'évaluation environnementale se trouve à la partie 3.0, tandis que le rapport d'information complet de l'évaluation environnementale est présenté à l'annexe A.

### 1.4. Conclusions générales

Le personnel de la CCSN a effectué une évaluation technique (partie 2.0) de la demande présentée par NAC pour l'homologation du colis NAC-LWT visant le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, et a conclu que celui-ci satisfait à toutes les exigences réglementaires canadiennes et internationales.

Le personnel de la CCSN a également procédé à une évaluation environnementale en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*. Le rapport d'information de l'évaluation environnementale a été pris en considération dans l'examen de la demande d'homologation du modèle de colis de transport. Dans le rapport d'information de l'évaluation environnementale (partie 3.0 et annexe A), le personnel de la CCSN a conclu que le modèle de colis NAC-LWT proposé par NAC pour le transport proposé de

la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi permettra d'assurer la protection de l'environnement, ainsi que la santé et la sécurité des personnes.

## 2.0 ÉVALUATION TECHNIQUE PAR LA CCSN DU MODÈLE PROPOSÉ DE COLIS NAC-LWT EN VUE DU TRANSPORT DE SOLUTION LIQUIDE DE NITRATE D'URANYLE HAUTEMENT ENRICHİ

### 2.1. Généralités

Le modèle de colis NAC-LWT est actuellement homologué pour le transport d'uranium hautement enrichi sous forme solide, par le certificat de transport canadien n° CDN/E173/-96 (Rév. 8) [1] et le certificat américain n° USA/9225/B(U)F-96 (Rev. 53) [2]. Le colis NAC-LWT est utilisé de manière sécuritaire au niveau international depuis plus de 15 ans pour le transport sécuritaire d'uranium hautement enrichi de même que pour plusieurs autres types de combustible nucléaire usé. NAC International Inc. (NAC) a déposé une demande le 28 décembre 2012, afin d'ajouter la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi au contenu autorisé pour le modèle de colis de transport NAC-LWT [3]. La CCSN a reçu de NAC les mêmes renseignements déposés par l'entreprise à la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis [4] (NRC). Le personnel de la CCSN a évalué ces renseignements, indépendamment de la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis, afin de déterminer si les exigences réglementaires du Canada étaient satisfaites [5, 6]. La demande de NAC ainsi que toute information additionnelle reçue de NAC en réponse aux demandes de renseignements supplémentaires effectués par la CCSN et la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis [7, 8] ont été évalués par le personnel de la CCSN. Les versions non protégées des documents clés présentés à la CCSN par NAC, inclus dans leur demande, ont été publiées sur le site Web de la CCSN (<http://nuclearsafety.gc.ca/fra/reactors/research-reactors/nuclear-facilities/chalk-river/highly-enriched-uranium-in-canada.cfm>).

NAC propose d'utiliser le colis NAC-LWT déjà homologué avec de nouveaux contenants internes spécialement conçus pour le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Chacun de ces contenants internes aurait une quantité maximale limitée à 58,1 litres de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi et on pourrait placer quatre (4) de ces contenants internes à l'intérieur d'un colis NAC-LWT pour une capacité maximale totale d'environ 232,4 litres de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi par colis NAC-LWT.

Le personnel de la CCSN a réalisé une évaluation en se fondant sur le document réglementaire RD/GD-364, *Guide d'approbation des colis de transport de type B(U) et des colis transportant des matières fissiles Canada-États-Unis* de la CCSN. Ce document décrit les exigences de la CCSN auxquelles il faut répondre pour se conformer au *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* (RETSN) de la CCSN, lequel intègre en partie l'édition révisée de 1996 du *Règlement de transport des matières radioactives* de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ainsi que l'édition de 2009 du même règlement, et acceptable également au Département de transport des États-Unis (USDOT) et à la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis, afin de se conformer au règlement américain du titre 10, partie 71, *Packaging and*

*Transportation of Radioactive Materials, of the Code of Federal Regulations (10 CFR Part 71), qui lui aussi intègre en partie le Règlement de l'AIEA.*

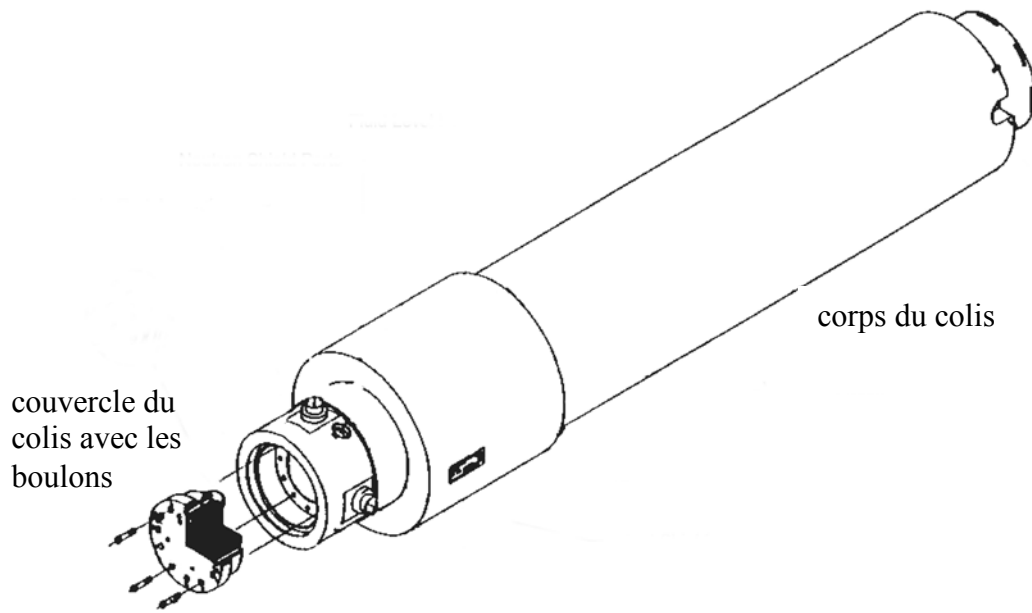
## 2.2. Description et classification du colis de transport

Le colis NAC-LWT actuellement homologué (utilisé pour le transport d'uranium hautement enrichi sous forme solide) est classé comme colis du type B, pouvant contenir des matières fissiles, conformément au RETSN et au *Règlement de l'AIEA*.

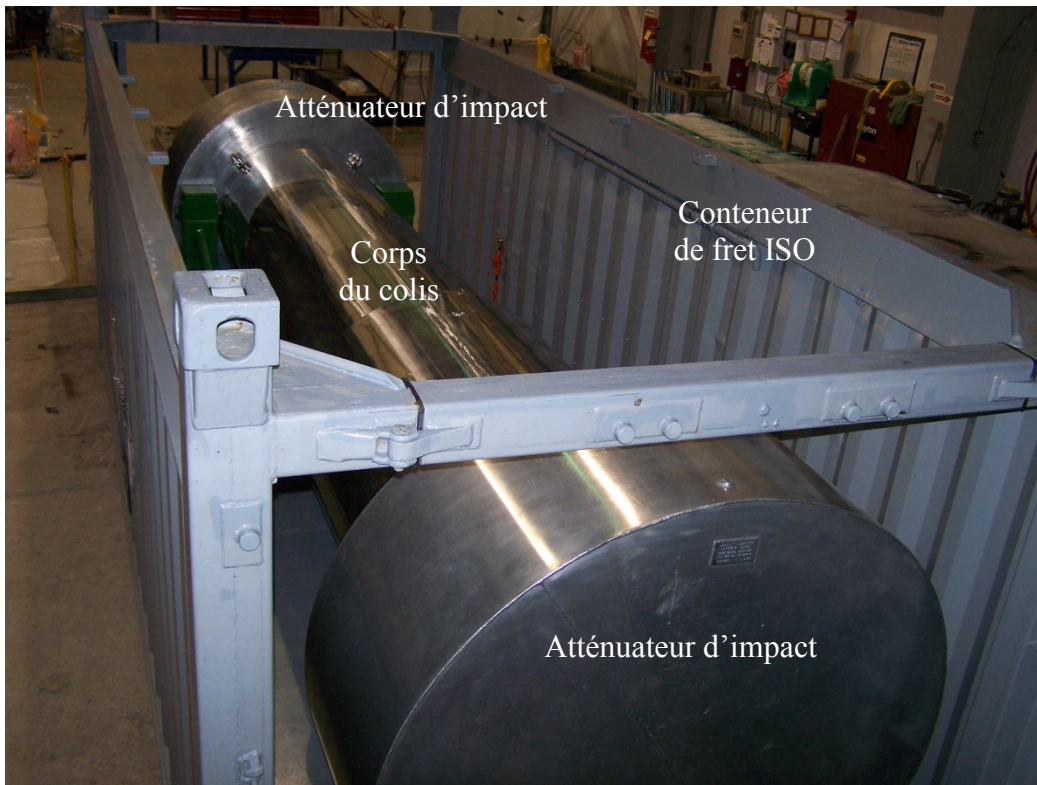
Le colis NAC-LWT est un colis de transport blindé au plomb conçu pour le transport de différents types de combustible nucléaire usé. Ce colis sera modifié par l'ajout de contenants internes renfermant la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, au colis. Le corps du colis est formé d'une coquille interne cylindrique d'acier inoxydable épaisse de 19 mm, d'un blindage cylindrique de plomb contre les rayons gamma d'une épaisseur de 146 mm, d'une coquille externe cylindrique d'acier inoxydable épaisse de 30,5 mm et d'un réservoir cylindrique de blindage contre les neutrons. Les coquilles internes et externes sont soudées aux pièces d'acier inoxydable forgé formant le haut et le fond du colis. Un disque interne de plomb épais de 76 mm et une plaque d'acier inoxydable épaisse de 89 mm forment le blindage additionnel du fond. Le couvercle du colis est un disque étagé d'acier inoxydable épais de 287 mm fixé à la pièce forgée du haut d'une épaisseur de 362 mm par 12 boulons de 25,4 mm. Le réservoir de blindage contre les neutrons est épais de 127 mm et long de 4 165 mm; il contient une solution de 1 % de bore dans un mélange d'éthylène-glycol et d'eau.

Le colis est muni à chaque extrémité d'atténuateurs d'impacts alvéolaires en aluminium qui sont installés lors du transport afin de protéger le colis et le couvercle en cas d'accident. Ces atténuateurs d'impacts s'étendent sur 305 mm des extrémités du corps du colis. Le limiteur du haut affiche un diamètre d'environ 1 657 mm alors que celui du fond est d'environ 1 530 mm. La longueur totale du colis, y compris les limiteurs d'impact, est de 5 890 mm. Le poids maximum du colis est de 23 587 kg ou 23,6 tonnes, tel que spécifié au certificat.

Le corps principal du colis est illustré à la figure 1 ci-dessous. Lors de l'expédition, le colis aura les atténuateurs d'impacts, qui font partie intégrante de l'homologation du modèle de colis, installés aux extrémités du corps du colis et installés à l'intérieur d'un conteneur ISO, tel qu'illustré à la figure 2 .



**Figure 1 : Corps principal du colis NAC-LWT**



**Figure 2 : NAC-LWT avec les atténuateurs d'impacts**

NAC propose de modifier les composants internes du colis de transport NAC-LWT déjà homologué en plaçant la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi dans quatre contenants internes qui seront insérés dans la cavité du colis. Dans la demande présentée à la CCSN, NAC requiert une modification au certificat d'homologation du modèle de colis NAC-LWT afin d'autoriser l'insertion de quatre (4) contenants internes contenant la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi à l'intérieur de l'enveloppe externe qui est déjà homologuée. Ces contenants internes cylindriques ont été spécialement conçus pour le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi et seront fait d'acier inoxydable du type 304L. La conception des contenants internes est de nature exclusive et ne peut donc être présentée dans ce rapport. Le personnel de la CCSN a évalué les divers composants des contenants internes, y compris la matière qui sera utilisée pour leur fabrication, et a conclu que le matériau choisi pour le colis était satisfaisant pour l'homologation du colis de même que pour le transport sécuritaire du contenu proposé.

La masse de chaque contenant interne vide sera d'environ 145 kg alors que la masse totale d'un contenant interne et rempli de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi sera approximativement de 225 kg. Donc, la masse maximale du colis NAC-LWT rempli incluant la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, telle que présentée pour le transport, sera d'environ 22 415 kg. Cette masse maximale est inférieure à la masse maximale de 23 587 kg autorisée sous le certificat d'homologation existant.

### 2.3. Caractérisation des substances nucléaires

Tel que mentionné ci-dessus, NAC a demandé un changement au contenu autorisé pour le colis de transport NAC-LWT afin d'y inclure quatre contenants internes conçus pour renfermer une solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. La solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi et contenue dans ces contenants internes serait directement chargée dans la cavité du NAC-LWT.

On désigne par l'expression « uranium hautement enrichi », l'uranium dont la concentration en  $^{235}\text{U}$  est supérieure à 20 % en poids en contenu d'uranium. La solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi est constituée d'une solution de nitrate d'uranium fortement enrichi, de divers autres nitrates et d'eau. L'uranium hautement enrichi constitue moins de 1 % du poids total de la solution, qui est surtout composée d'eau. Le tableau 1 ci-dessous donne les principales caractéristiques physiques, radiologiques et thermiques de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Le tableau 2 présente un sommaire des principaux radionucléides de la solution (actinides, émetteurs gamma et leurs produits de filiation) utilisés pour les calculs de blindage.

Par principe de prudence, un scénario limite a été considéré dans l'évaluation environnementale pour un relâchement dans l'environnement, dans le lequel le personnel de la CCSN a inclus d'autres radionucléides, y compris des émetteurs bêta.

En se basant sur la composition de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, le personnel de la CCSN a confirmé qu'un colis du type B était requis pour le transport sécuritaire de cette matière. Le personnel de la CCSN a évalué la criticité



nucléaire associée à la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi : voir la partie 2.9 de ce rapport.

**Tableau 1 : Caractéristiques de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi**

Paramètre	Valeur
Volume maximal par contenant interne	58,1 L (15,35 gal.) avec une masse volumique de 1,3g/ml
Charge thermique maximale du colis (4 contenants)	4,65 W
Teneur maximale <sup>1</sup> (émetteurs gamma)	333,0 GBq/L (9,0 Ci/L)
Teneur maximale <sup>2</sup> en <sup>235</sup> U	7,4 gU/L

<sup>1</sup> Teneur maximale définie par les évaluations du terme source et du blindage.

<sup>2</sup> Teneur maximale en U, définie par les évaluations de criticité.

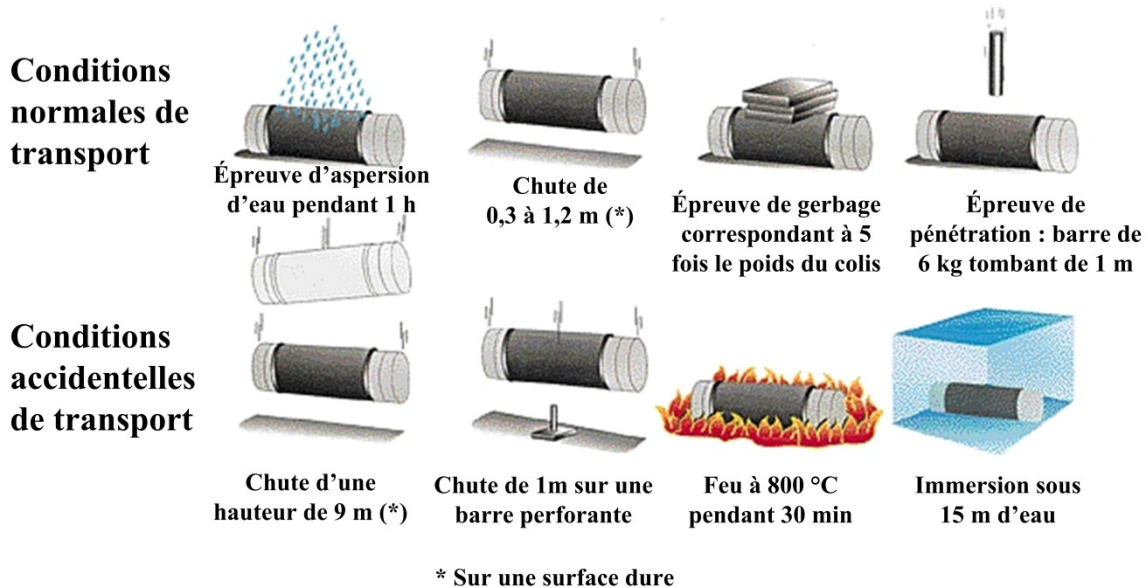
**Tableau 2 : Concentration des radionucléides dans la solution (actinides, émetteurs gamma et leurs produits de filiation)**

Isotope	Radioactivité (Bq/L)	Isotope	Radioactivité (Bq/L)	Isotope	Radioactivité (Bq/L)
Nb-95	6.63E9	Ba-137m	70.19E9	Eu-155	1.95E8
Nb-95m	25.35E9	Cs-137	70.19E9	U-234	2.84E7
Zr-95	25.35E9	Ba-140	58.50E9	U-235	5.59E5
Rh-103m	18.13E9	La-140	58.50E9	U-236	3.66E5
Ru-103	18.13E9	Ce-141	42.88E9	U-238	5.59E3
Rh-106	5.46E8	Ce-144	8.19E9	Np-237	4.51E3
Ru-106	5.46E8	Pr-144	8.19E9	Pu-239	1.3E6
I-131	19.50E9	Pr-144m	8.19E9	Pu-240	8.99E4
Xe-131m	19.50E9	Nd-147	15.80E9		
Te-132	10.33E9	Eu-154	8.4E7		

## 2.4. Conditions normales et d'accident de transport

Le personnel de la CCSN a évalué l'information soumise par NAC dans sa demande afin de confirmer que le modèle de colis NAC-LWT satisfaisait à toutes les exigences

réglementaires relatives aux conditions normales et d'accident de transport, tel que précisé au RETSN et au *Règlement de l'AIEA*, et tel qu'illustré à la figure 3, puisque le contenu devant être transporté requiert l'utilisation d'un colis du type B conçu pour le transport des matières fissiles.



**Figure 3 : Exigences relatives aux conditions normales et d'accident de transport pour les colis du type B**

Tel que spécifié au RETSN et au *Règlement de l'AIEA*, le modèle du colis doit tenir compte de l'éventualité d'accidents de transport. C'est pourquoi la réglementation précise les exigences de rendement auxquelles doivent satisfaire les colis, sur la base d'essais conçus pour simuler les conditions d'accident. Afin d'assurer la sécurité du public et la protection de l'environnement, les colis doivent réussir toutes ces épreuves très strictes. Si une épreuve n'est pas réussie lors des essais, le colis est modifié afin de s'assurer que les conséquences résultant des épreuves sont prises en compte dans la conception des colis. Un colis n'est pas homologué si celui-ci ne satisfait pas à l'une des épreuves requises.

Tel que présenté dans les chapitres 2 à 6 du rapport d'analyse de la sûreté, déposé par NAC dans le cadre de sa demande, les essais ou les analyses sur le NAC-LWT dans des conditions normales et d'accident de transport pour toutes les configurations de contenu et d'emballage, y compris la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, ont été complétées. Le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* précisent les critères qui doivent être satisfaits pour démontrer le maintien du confinement des matières pendant et après les essais, en limitant les fuites maximales permises, en limitant les doses de rayonnement à un niveau inférieur aux limites réglementaires et en prévenant qu'une réaction nucléaire en chaîne se produise pendant le transport.

Le personnel de la CCSN a réalisé un examen détaillé des analyses présentées pour la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi relativement aux conditions

normales et aux conditions d'accident de transport et a confirmé que le colis satisfait à toutes les exigences réglementaires lorsqu'il transportera le liquide en question.

## 2.5. Évaluation structurale

Le personnel de la CCSN a déterminé que NAC avait correctement analysé la réponse structurale de tous les composants des contenants internes et du colis NAC-LWT dans des conditions normales et d'accident de transport. L'analyse de NAC figure dans le chapitre 2 du rapport d'analyse de sûreté, dans lequel on indique que la configuration de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi offre une marge de sûreté suffisante dans des conditions normales et d'accident de transport.

### 2.5.1 Conditions normales de transport

Le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* exigent que le colis soit soumis aux effets cumulatifs de plusieurs épreuves : aspersion d'eau, chute libre d'une hauteur de 0,3 m, gerbage et pénétration. Le critère d'acceptation pour les conditions normales de transport est que le colis doit préserver les propriétés requises de confinement, de blindage et de sous-criticité.

#### Épreuve d'aspersion d'eau – résultats

Le personnel de la CCSN a évalué l'information présentée en soutien à cette épreuve pour le colis NAC-LWT et a confirmé que cette épreuve n'avait pas d'effet sur le colis puisque l'eau n'a pas d'effet sur l'acier inoxydable, qui est le matériau utilisé pour le colis NAC-LWT et que le contenu est protégé à l'intérieur de la cavité scellée.

#### Épreuve de chute libre – résultats

L'épreuve de chute libre pour les conditions normales de transport requiert que le colis NAC-LWT soit structurellement adéquat pour résister à une chute libre d'une hauteur de 0,3 m sur une surface plane, horizontale et dure, dans l'orientation qui inflige un maximum de dommages au colis.

Dans le cadre de la demande, NAC a présenté deux orientations pour la chute du colis afin de démontrer la conformité aux exigences réglementaires : chute latérale (de côté) et longitudinale (extrémité supérieure et extrémité inférieure) d'une hauteur de 0,3 m. La charge attribuable à l'accélération est établie par calcul à 25 g (ce qui équivaut à un impact d'approximativement 590 tonnes), pour les conditions normales de transport après une chute de 0,3 m. La charge exprimée en « g » est calculée d'après le déplacement de l'atténuateur d'impact alvéolaire en aluminium, avec une force d'écrasement maximale de 26,55 MPa ou 3 851 livres par pouce carré (lb/po<sup>2</sup>) et une masse nominale du colis de 23 580 kg.

Le personnel de la CCSN a révisé l'analyse effectuée par NAC et il a confirmé qu'il existe une marge de sûreté importante dans tous les scénarios de charges dans des conditions normales de transport.

#### Épreuve de gerbage – résultats

Le personnel de la CCSN a confirmé que le gerbage du colis NAC-LWT n'est pas possible étant donné sa forme et sa configuration et donc que la sûreté du colis est maintenue.

### Épreuve de pénétration

Le personnel de la CCSN a évalué l'information présentée en soutien à cette épreuve pour le colis NAC-LWT, qui requiert qu'on fasse tomber une barre d'un diamètre de 3,2 cm et d'une longueur suffisante pour avoir une masse de 6 kg sur la partie la plus faible du colis, depuis une hauteur de 1 m et a confirmé que cette épreuve n'avait pas d'effet sur la surface externe du colis.

### 2.5.2 Conditions d'accident de transport

Pour les conditions d'accident de transport, le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* exige que le colis soit soumis aux effets cumulatifs de divers épreuves : chute d'une hauteur de 9 m, chute sur une barre perforante, et finalement, une épreuve de contrainte thermique (cette dernière épreuve est décrite à la section 2.6 de ce rapport). Bien que l'épreuve d'immersion dans l'eau à une profondeur de 15 m soit requise lorsque le contenu est la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, le colis NAC-LWT a été soumis à une épreuve plus prudente consistant en une épreuve d'immersion à 200 m pour une période d'une heure. Les critères d'acceptation pour les conditions d'accident sont que le colis préserve les caractéristiques requises de confinement, de blindage et de sous-criticité une fois toutes les épreuves terminées.

### Épreuve de chute libre – résultats

Le scénario de chute libre pour les conditions d'accident de transport a été évalué pour une chute latérale (de côté) et longitudinale (extrémité supérieure et extrémité inférieure) depuis une hauteur de 9 m. La différence entre l'analyse de la chute de 9 m et celle de 0,3 m est l'ampleur de la force d'impact qui est exprimée en termes de « g ». La force d'impact calculée pour une chute de 9 m est de 61 g (équivalent à un impact de 1 440 tonnes), et permet d'évaluer les contraintes exercées sur les composants des contenants dans des conditions d'accident. Ces forces exprimées en « g » se fondent de manière prudente sur une force d'écrasement maximale de 26,55 MPa (3 850 lb/po<sup>2</sup>) pour les atténuateurs d'impact alvéolaires en aluminium, quoique la force d'écrasement maximale de calcul soit de 25,34 MPa (3 675 lb/po<sup>2</sup>). Cette force d'impact est comparable à celle obtenue lors de l'essai d'impact d'un emballage de combustible usé de 22 tonnes monté sur un camion à plate-forme entrant en collision avec un bloc de béton de 690 tonnes à une vitesse de 96,6 km/h (60 milles à l'heure)

(<https://www.youtube.com/watch?v=Bu1YFshFuI4&index=1&list=PLYmk-3kcglbgIliHI0yxoknHOOLasRE3x> – en anglais seulement), effectué à la fin des années 1970 par Sandia National Laboratories pour le Département de l'énergie des États-Unis. Après l'épreuve, l'emballage a été inspecté, et aucun dommage n'a été relevé.

Le personnel de la CCSN a révisé l'analyse soumise par NAC pour évaluer l'essai de chute de 9 m, et l'a jugée satisfaisante, puisque celle-ci présente des marges de sûreté adéquates dans tous les scénarios de charge. Le personnel de la CCSN a confirmé que les contraintes résultant des essais de chute de 9 m sont bien en deçà des limites acceptables

pour les matériaux utilisés pour le colis afin de maintenir le confinement et, de ce fait, empêcher les fuites.

### **Épreuve de chute sur barre perforante – résultats**

L'épreuve de chute sur barre perforante exige que le colis tombe d'une hauteur de 1 m sur une barre perforante (une barre d'acier d'un diamètre de 15 cm et d'une longueur d'au moins 20 cm). L'orientation de l'impact du colis doit être telle qu'un dommage maximal est infligé au colis. Le confinement doit être maintenu après l'essai.

NAC a effectué un total de quatre épreuves de chute sur barre perforante sur le colis NAC-LWT; (1) côté du colis à mi-point; (2) centre du couvercle du colis; (3) centre du bas du colis; et (4) les couvercles des orifices du colis. Ces épreuves causent les dommages maximaux sur le colis. Le personnel de la CCSN a précédemment évalué cette épreuve pour le colis contenant d'autres matières, comme l'uranium hautement enrichi sous forme solide, et il a confirmé que cet essai n'avait pas d'impact sur la conception du colis et que celui-ci demeurerait étanche.

### **Épreuve d'immersion dans l'eau – résultats**

NAC a démontré que le colis pouvait subir une pression externe de 2 MPa (290 lb/po<sup>2</sup>) pour une période d'au moins une heure. Cette pression correspond à une colonne d'eau de 200 m. Cette épreuve englobe l'épreuve d'immersion sous 15 m d'eau requise pour tous les colis de même que l'épreuve d'immersion sous 0,9 m d'eau requise pour les colis contenant des matières fissiles, tel que précisé dans le RETSN et le *Règlement de l'AIEA*. Le personnel de la CCSN a précédemment évalué cette épreuve pour le colis contenant d'autres matières et a confirmé que cette épreuve n'a pas d'impact sur la conception du colis. Puisque l'épreuve a été réalisée sur la portion externe du colis NAC-LWT, qui n'a pas été modifiée pour contenir de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, il n'y aura aucun impact sur le contenant intérieur qui renferme cette solution.

### **2.5.3 Ballotement du liquide**

Le personnel de la CCSN a évalué l'information soumise par NAC dans le cadre de sa demande, afin d'évaluer l'effet du ballotement du liquide dans le contenant intérieur. NAC a évalué l'effet potentiel du ballotement du liquide dans un contenant intérieur partiellement rempli. Le ballotement du liquide pourrait influencer sur les conditions de transport, soit en produisant une accélération excessive ou en amplifiant la réponse dynamique dans les scénarios de chute. Le personnel de la CCSN a effectué une évaluation de l'information soumise par NAC et a confirmé que la force d'accélération attribuable au ballotement est équivalente à 1 g, ce qui est beaucoup moins que dans les scénarios de force provoquée par une chute. Par conséquent, le personnel de la CCSN a conclu qu'il n'y aurait pas d'amplification importante des forces dynamiques et que la sûreté du colis sera maintenue.

## 2.6. Évaluation thermique

Le personnel de la CCSN a évalué l'analyse thermique du colis NAC-LWT dans les conditions normales et d'accident, présentée au chapitre 3 du rapport d'analyse de la sûreté de NAC. La charge thermique de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi est bien inférieure à la charge thermique du combustible du REM (réacteur d'essai des matières) précédemment analysée et approuvée pour ce modèle de colis. Par conséquent, le personnel de la CCSN a confirmé que les températures maximales des composants du colis de transport pour le combustible du REM couvrent les températures maximales des composantes du colis pour la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi et, par conséquent, le personnel de la CCSN a conclu que la sûreté du colis sera maintenue. L'intervalle des températures dans le colis pour les conditions normales et d'accident de transport est présenté dans les sections suivantes.

### 2.6.1 Contraintes thermiques à basse température

Conformément au RETSN et au *Règlement de l'AIEA*, l'effet de la basse température sur le colis et son contenu doit être évalué. La température minimale à utiliser pour l'analyse est de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . À une telle température, le contenu liquide peut geler, et en raison des propriétés de la solution, celui-ci prend de l'expansion lorsqu'il gèle.

La solution liquide prendra une expansion volumétrique de 2 % lorsqu'elle passe de la température ambiante à la température de congélation. Toutefois, comme le contenant intérieur est partiellement rempli (il y a au moins 3,8 L ou 1 gallon d'espace vide dans chacun des contenants intérieurs), le personnel de la CCSN a conclu que l'expansion de la solution liquide n'aura pas d'impact sur les contraintes dans les contenants intérieurs, puisqu'il y a une marge suffisante de volume interstitiel dans le contenant intérieur.

### 2.6.2 Conditions normales de transport

Les températures de chacun des composants du colis NAC-LWT doivent être évaluées durant les conditions normales de transport. Le colis doit empêcher que les températures admissibles des composants soient dépassées pendant le transport du contenu liquide. Les composants importants pour la sûreté, comme les joints et les blindages contre les rayons gamma et les neutrons, doivent être maintenus dans leur plage de températures sécuritaires. De plus, les contraintes d'origine thermique, en combinaison avec la pression et les contraintes de charge mécanique, doivent être maintenues en dessous des niveaux de contrainte admissibles.

Le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* exigent que le colis soit conçu pour une plage de température ambiante de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$  pour les conditions normales de transport. Le rapport d'analyse de la sûreté déposé par NAC tient compte d'une plage de température ambiante de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

NAC a effectué une analyse thermique du colis avec solution liquide au moyen d'une méthode d'analyse par éléments finis. Le colis est placé dans un conteneur de fret ISO (Organisation internationale de normalisation), avec les conditions d'isolation solaire appliquées à la surface de ce conteneur. Une charge thermique limitative de 12,88 W a

été appliquée pour le contenu liquide, située dans la partie la plus interne. L'évaluation de la charge thermique éest fondée sur un taux de production de chaleur de 0,05 W/L. Pour faire preuve de prudence, la surface externe du contenant intérieur a été exposée à une température de +56 °C, ce qui correspond à la température maximale de la paroi intérieure de la cavité du colis.

Le code de l'ASME qui s'applique aux spécifications des matériaux utilisées pour la fabrication des contenants intérieurs indique une température maximale de +426 °C pour l'acier inoxydable. La température maximale calculée pour le contenant intérieur est +59,4 °C, ce qui est grandement inférieur à la température admissible de +426 °C pour l'acier inoxydable tel que spécifié dans le code ASME. De plus, le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* exigent que la température maximale de toute surface externe accessible ne dépasse pas +85 °C. NAC a évalué la température maximale de la surface à +58 °C. Le personnel de la CCSN a évalué l'analyse fournie par NAC et a confirmé que le colis est conforme aux exigences relatives à la température prescrites dans le RETSN et le *Règlement de l'AIEA*.

### 2.6.3 Conditions d'accident de transport

Le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* exigent que le colis conserve un blindage et un confinement suffisants après l'épreuve thermique (exposition du colis à +800 °C pendant 30 minutes).

L'épreuve thermique est précédée d'un essai de chute de 9 m et d'une chute sur barre perforante, décrits ci-dessus. NAC a démontré que les seuls dommages causés par les essais de chute de 9 m et de chute sur barre perforante ayant de l'importance pour le rendement thermique du colis de transport sont les dommages au blindage contre les neutrons. La perte du blindage contre les neutrons ferait seulement augmenter légèrement le débit de dose à 1 m du colis, passant de 0,02 mSv/h à 0,03 mSv/h. Davantage de renseignements sur le confinement du matériel sont présentés aux sections 2.7 et 2.8 du présent rapport. Ainsi, l'analyse thermique présume que l'intégrité du blindage contre les neutrons a été compromise au point de ne plus être présente. Pour cet essai, NAC a effectué l'analyse thermique du colis avec la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi au moyen d'une analyse par éléments finis. Dans ces conditions d'essai, la température maximale de la paroi du contenant intérieur est calculée à +97 °C, tandis que l'extérieur du colis NAC-LWT est exposé à une température de 800 °C. La température maximale de +97 °C calculée pour la paroi du contenant intérieur est inférieure à la température admissible pour l'acier inoxydable (+426 °C).

Le personnel de la CCSN a évalué l'analyse fournie par NAC et a confirmé que le colis est conforme aux exigences précisées dans le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* pour les conditions d'accident de transport. L'analyse démontre que le colis conservera un blindage suffisant pour restreindre le débit de dose à moins de 10 mSv/h à 1 m pour le colis et que le colis n'aura pas de fuite.

En se basant sur les résultats de l'analyse effectuée, le personnel de la CCSN a vérifié et confirmé qu'il n'y aurait pas de fuite du contenu interne suivant les conditions d'accident de transport précisées dans le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* et que le débit de dose à

1 m du colis augmentera légèrement, passant de 0,02 mSv/h à 0,03 mSv/h. Les parties 2.7 et 2.8 de ce rapport donnent plus d'information sur le confinement des contenus.

#### 2.6.4 Pression interne

Comme le contenu est liquide, le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* exigent que l'effet de la radiolyse et de la pression de vapeur soit pris en compte dans l'analyse. De plus, le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* précisent aussi que les conditions à prendre en compte présument que le contenu a été chargé pour une période d'une année et tiennent compte des températures nominales minimales et maximales.

Par conséquent, les contenants intérieurs sont conçus pour ne rejeter aucun contenu durant les conditions normales de transport. Les contenants intérieurs sont chargés à la pression atmosphérique et toute pressurisation de la cavité du colis peut être causée par :

- i) les pressions partielles associées au gaz inerte utilisé pour établir un volume interstitiel dans le contenant
- ii) la génération de gaz par radiolyse dans le contenu
- iii) la pression de vapeur

La température nominale minimale du colis est de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tel que prescrit par le RETSN et le *Règlement de l'AIEA*. La température maximale à l'intérieur du colis dans les conditions normales est  $+59,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , comme calculé dans la partie 2.6.2 de ce rapport.

En vertu de ces hypothèses, NAC a déterminé que la pression dans le contenant intérieur atteindra une pression d'utilisation normale maximale de 0,50 MPa ( $72,3\text{ lb/po}^2$ ) sur une période d'un an, ce qui est en dessous de la limite permise de 0,7 MPa ( $101,5\text{ lb/po}^2$ ) précisée dans le RETSN et le *Règlement de l'AIEA*. Le personnel de la CCSN a vérifié les hypothèses et a confirmé que la sûreté des contenants intérieurs ne sera pas touchée puisque l'analyse démontre qu'ils peuvent supporter une pression de 0,79 MPa ( $114,5\text{ lb/po}^2$ ) sans causer de fuite.

Le tableau 3 donne un résumé des pressions et des températures atteintes par divers composants du colis, telles que présentées dans la demande.



**Tableau 3 : Résumé des températures et des pressions**

Condition	Température de la solution liquide	Pression à l'intérieur du contenant intérieur	Température de la paroi intérieure de la cavité du colis	Pression à l'intérieur de la cavité du colis
Température de remplissage	+20 °C	S.O.	S.O.	S.O.
Normale (froid)	-40 °C	0,365 MPa (52,9 lb/po <sup>2</sup> )	S.O.	S.O.
Normale (chaud)	+59,4 °C	0,50 MPa (72,3 lb/po <sup>2</sup> )	+56 °C	0,165 MPa (24 lb/po <sup>2</sup> )
Accident (incendie)	+97,2 °C	1 087 MPa (157,7 lb/po <sup>2</sup> )	+115,6 °C	0,194 MPa (28,1 lb/po <sup>2</sup> )

## 2.7. Évaluation du confinement

NAC a évalué le confinement du colis NAC-LWT dans le chapitre 4 de son rapport d'analyse de la sûreté en appui à sa demande. Aucune matière ne devrait être libérée des contenants intérieurs d'après l'analyse réalisée pour les conditions normales et les conditions d'accident de transport. Une fois sa fabrication achevée, le confinement du colis de transport sera soumis à une épreuve d'étanchéité en conformité avec la norme américaine ANSI (American National Standard) N14.5-1997 et devra satisfaire aux exigences de cette norme avant d'être mis en service.

L'enveloppe de confinement du colis NAC-LWT consiste en la cavité du colis NAC-LWT fermée par le bouchon et les joints. Le personnel de la CCSN est satisfait que NAC a démontré dans sa demande que le colis maintiendra une étanchéité de  $1 \times 10^{-7}$  ref-cm<sup>3</sup>/sec., conformément à la norme ANSI N14.5-1997 dans les conditions normales de transport ainsi qu'à la suite des épreuves pour les conditions d'accident de transport. De plus, le demandeur ne tient pas compte du contenant intérieur dans la prévention des rejets dans la cavité du colis à la suite des conditions d'accident, ce qui augmente le niveau de sûreté du modèle de colis. Le personnel de la CCSN a révisé les calculs fournis et a confirmé que NAC a adéquatement démontré que le colis maintiendra son étanchéité dans les conditions normales de transport de même que dans les conditions d'accident de transport.

Le personnel de la CCSN a également réalisé une analyse indépendante concernant une fuite du colis dans le rapport d'information sur l'évaluation environnementale présenté à l'annexe A de ce rapport. Par principe de prudence, le rejet maximal permis spécifié dans le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* a été utilisé : celui-ci correspond à un relâchement de 0,033 % de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi contenue dans le colis et de ces effets sur l'environnement. Même sous ces hypothèses prudentes, le rapport d'information sur l'évaluation environnementale conclu que le colis NAC-

LWT assurera la protection de l'environnement de même que la santé et la sécurité du public.

Le personnel de la CCSN a vérifié que le confinement de la matière sera maintenu à la suite d'un accident, pour éviter que les personnes qui se rendent sur le lieu d'un accident reçoivent une quantité importante de rayonnement en provenance du contenu du colis.

## 2.8. Évaluation du blindage

Le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* limitent le débit de dose maximal à 2 mSv/h à la surface du colis et à 0,1 mSv/h à 1 m de la surface du colis. Le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* exigent également que le colis offre un blindage suffisant après les épreuves dans des conditions d'accident, afin d'assurer que le niveau de rayonnement à 1 m de la surface du colis ne dépasse pas 10 mSv/h.

Le personnel de la CCSN a analysé l'évaluation du blindage faite pour le colis NAC-LWT, et présentée dans le chapitre 5 du rapport d'analyse de sûreté. Le débit de dose à l'extérieur du colis a été calculé lorsque celui-ci est chargé avec la quantité maximale de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Le colis NAC-LWT, avec les contenants intérieurs remplis de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, emploie un agencement cylindrique concentrique d'acier, de plomb, d'acier et d'eau pour assurer un blindage contre le rayonnement gamma et les neutrons. Le débit de dose maximal calculé pour les conditions normales et d'accident de transport figure au tableau 4.

Les débits de dose calculés montrent que même sous les conditions d'accident de transport et en cas d'affaissement du plomb (détérioration du blindage contre le rayonnement gamma) et la perte de blindage contre les neutrons, les exigences réglementaires sont respectées et demeurent faibles à 0,03 mSv/h à 1 m du colis. Le personnel de la CCSN a vérifié les calculs et a confirmé que le contenu liquide est limité par les calculs de blindage précédemment approuvés pour d'autres contenus autorisés pour ce colis.

**Tableau 4 : Débits de dose calculés maximaux pour le colis**

	<b>Endroit de mesure du débit de dose</b>	<b>Valeur maximale (mSv/h)</b>	<b>Limite (mSv/h)</b>
Conditions normales de transport	Surface du colis	0,06	2
	1 m de la surface du colis	0,02 (IT de 2)	0,1 (IT de 10)
Conditions d'accident de transport	1 m de la surface du colis	0,03	10

## 2.9. Évaluation de la criticité

Afin d'accroître la sûreté, les colis contenant des matériaux fissiles (comme la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi) requièrent des analyses additionnelles, car ces matières peuvent soutenir une réaction en chaîne nucléaire (c.-à-d. devenir critiques) dans certaines conditions. Ce phénomène est bien compris et peut être analysé en détail d'après les caractéristiques physiques de la matière. Le RETSN et le *Règlement de l'AIEA* précisent les exigences relatives à l'évaluation de la criticité pour un colis individuel, en isolement, dans des conditions normales et d'accident, ainsi que pour un ensemble de colis dans des conditions normales et d'accident de transport.

Le personnel de la CCSN a vérifié que NAC avait correctement évalué la sûreté-criticité du colis NAC-LWT, dans le chapitre 6 du rapport d'analyse de sûreté. La configuration la plus réactive du contenu à l'intérieur du colis NAC-LWT a été évaluée. Le personnel de la CCSN est satisfait que la configuration la plus réactive évaluée pour la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi dans les conditions normales et d'accident de transport ne présente pas de problèmes de criticité.

Dans le cas du colis NAC-LWT rempli de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, l'analyse de criticité a été réalisée sur les quatre contenants internes, chacun renfermant 64,3 litres de solution liquide ayant une teneur jusqu'à 7,4 g/L d' $U_{235}$  dans les conditions normales et d'accident. Ceci ajoute une marge prudente contre la criticité puisque chacun des contenants intérieurs contiendra un maximum de 58,1 litres. Le modèle de criticité s'appuie sur le code MCNP5 v1.60 avec les bibliothèques de sections efficaces validées pour les nitrates d'uranyle hautement enrichis. Le code MCNP5 emploie la technique de Monte Carlo pour calculer la valeur  $k_{\text{eff}}$  d'un système. La valeur  $k_{\text{eff}}$  est le facteur efficace de multiplication neutronique, c'est-à-dire le nombre moyen de neutrons produits par une fission et qui provoquent de nouveaux événements de fission. Afin de prévenir une criticité nucléaire, le facteur  $k_{\text{eff}}$  doit demeurer en dessous de 0,95 en tout temps afin d'assurer que le colis NAC-LWT contenant la solution liquide d'uranyle hautement enrichi demeure sous-critique (c.-à-d. qu'elle ne peut pas soutenir une réaction en chaîne) sous les conditions normales ou accidentelles de transport.

Pour formuler une hypothèse prudente, les conditions d'accident comprennent la perte du matériau de blindage contre les neutrons et les atténuateurs d'impact. L'analyse d'un ensemble de colis consiste à évaluer celui-ci avec un intérieur et un extérieur secs pour des conditions normales, et pour un ensemble modéré avec intérieur et extérieur optimaux dans des conditions d'accident. On assume qu'il n'y a pas de transfert de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi entre les contenants.

La valeur calculée de la limite supérieure de sous-criticité pour la configuration la plus réactive est de 0,9366, ce qui est inférieur à la valeur de  $k_{\text{eff}}$  de 0,95. Un système est jugé acceptable en termes de sous-criticité (c.-à-d. qu'elle ne peut pas soutenir une réaction en chaîne nucléaire) si la valeur  $k_{\text{eff}}$  calculée plus les incertitudes de calcul est égale ou inférieure à la limite supérieure de sous-criticité.

Le tableau 5 ci-dessous présente les valeurs  $k_{\text{eff}} + 2\sigma$ , où  $2\sigma$  (0,0018) est l'incertitude de calcul, autant pour un colis simple qu'un ensemble de colis dans des conditions normales et d'accident de transport. La valeur maximale  $k_{\text{eff}} + 2\sigma$  calculée est de 0,9137 pour un

ensemble de colis dans des conditions d'accident, ce qui est en deçà de la limite supérieure de sous-criticité calculée de 0,9366 et en-dessous de la valeur de  $k_{\text{eff}}$  de 0,95 pour prévenir la criticité nucléaire.

**Tableau 5 : Valeurs de ( $k_{\text{eff}} + 2\sigma$ ) dans des conditions normales et d'accident de transport**

Géométrie	Condition	$k_{\text{eff}} + 2\sigma$
Colis individuel	Conditions normales	0,8996 + 0,0018
	Conditions d'accident	0,9017 + 0,0018
Ensemble de colis	Conditions normales	0,9019 + 0,0018
	Conditions d'accident	0,9119 + 0,0018

NAC a démontré que la valeur  $k_{\text{eff}} + 2\sigma$  d'un ensemble infini de colis de transport NAC-LWT, avec la configuration la plus réactive de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, est en deçà de la limite supérieure de sous-criticité dans les conditions normales et d'accident de transport. L'indice de sûreté-criticité pour le transport, tel qu'il est défini dans le RETSN et le *Règlement de l'AIEA*, est par conséquent de zéro pour le colis de transport NAC-LWT.

Le personnel de la CCSN a examiné l'analyse de sûreté-criticité du colis NAC-LWT pour le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi et a confirmé que la valeur maximale de  $k_{\text{eff}}$  est inférieure à la limite supérieure de sous-criticité, ce qui offre une marge de sûreté suffisante pour ce qui est de la sous-criticité, et respecte entièrement les pratiques et directives nationales et internationales existantes.

Le personnel de la CCSN a également réalisé une simulation indépendante et dérivé la limite supérieure de sous-criticité et a évalué l'information appuyant ces calculs présentés dans la demande de NAC en relation avec la sûreté-criticité. La revue indépendante effectuée par le personnel de la CCSN a confirmé que NAC a adéquatement démontré que le colis contenant la solution liquide d'uranyle hautement enrichi assure une sous-criticité sécuritaire conformément au RETSN et au *Règlement l'AIEA*.

## 2.10. Évaluation des procédures opérationnelles

Outre l'évaluation technique de la conception du colis NAC-LWT, le personnel de la CCSN a évalué les procédures opérationnelles présentées par NAC pour ce colis, lorsque les contenants internes sont chargés de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, afin de s'assurer que le colis offre la sûreté prévue.

Ces procédures opérationnelles sont décrites au chapitre 7 du rapport d'analyse de sûreté et comprennent les grandes lignes de l'information qui se concentre sur les étapes importantes assurant le rendement sécuritaire du colis; soit le chargement, le déchargement et la préparation au transport du colis NAC-LWT contenant la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, y compris le couvercle d'orifice différent qui est requis pour l'expédition de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement

enrichi. Ces procédures couvrent également le chargement et le déchargement des contenants intérieurs et les essais de fuite pré-expédition, ainsi que les critères connexes requis afin que le colis soit correctement préparé en vue de son transport. Les étapes spécifiques comprennent le contrôle du rayonnement, le serrage des boulons, l'inspection des joints et l'installation des scellés.

Le personnel de la CCSN a examiné les étapes fondamentales requises pour assurer que le colis est préparé à l'expédition de façon adéquate, qu'elles ont été décrites de façon adéquate, et qu'elles sont en accord avec l'évaluation présentée dans la demande. Les procédures opérationnelles sont en accord avec le principe ALARA (niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre) afin de maintenir les expositions au rayonnement en dessous des limites réglementaires, tel que requis par les règlements de la CCSN. Le personnel de la CCSN a confirmé que les procédures opérationnelles couvrent les aspects importants associés à la sûreté du colis lorsqu'il est préparé en vue du transport.

### **2.11. Évaluation des essais d'acceptation et du programme d'entretien**

Le personnel de la CCSN a évalué les essais d'acceptation et le programme d'entretien du colis NAC-LWT, lorsque les contenants intérieurs sont chargés de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, comme il est décrit au chapitre 8 du rapport d'analyse de sûreté, et estime qu'ils satisfont aux exigences réglementaires. Ceux-ci comprennent les essais devant être effectués sur le colis lors de sa fabrication, sa première mise en service, lors de l'entretien régulier, de même que lors de chacune des utilisations. Les essais lors de la fabrication sont effectués afin de confirmer l'intégrité du blindage, la capacité à évacuer la chaleur, la capacité d'absorption des neutrons et l'étanchéité du colis. Les activités d'entretien comprennent une inspection visuelle des composants, le remplacement des joints au besoin, un test d'étanchéité périodique et le remplacement des boulons au besoin.

Le chapitre 8 du rapport indique également les essais de qualification requis pour les contenants intérieurs qui seront utilisés pour le transport de la solution liquide. Ces essais comprennent une épreuve de pression hydrostatique avant la première utilisation et après leur fabrication et périodiquement pendant leur utilisation (après chaque cycle de 50 remplissages/vidanges) ou après le reconditionnement des soupapes de vidange ou de leur remplacement, de même qu'un examen structural des soudures par détection par ressuage.

Le personnel de la CCSN a révisé les essais d'acceptation et le programme d'entretien qui seront suivis par NAC et est d'avis que ceux-ci couvrent les aspects importants associés à la sûreté du colis pendant sa fabrication, son entretien et son utilisation.

### **2.12. Évaluation de l'assurance-qualité**

Le personnel de la CCSN a vérifié que le système de gestion mis en place chez NAC couvre tous les aspects associés au colis, de sa conception à sa réparation, afin de s'assurer que le colis respecte entièrement la conception approuvée.

NAC dispose d'un programme d'assurance de la qualité approuvé par la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis. L'ajout de la solution liquide d'uranyle hautement enrichi aux contenus n'a pas modifié l'évaluation de l'assurance de la qualité du colis présentée par NAC.

Le personnel de la CCSN est d'avis que le système de gestion en place chez NAC pour la conception, la fabrication, l'essai, la documentation, l'utilisation, l'entretien et l'inspection du colis continue de respecter les dispositions du Certificat n° USA/9225/B(U)F-96, ainsi que le RETSN et le *Règlement de l'AIEA*.

### 3.0 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Le personnel de la CCSN a réalisé une évaluation environnementale en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) de l'information présentée par NAC, y compris l'analyse supplémentaire réalisée par le Département de l'énergie des États-Unis (USDOE) [10]. Le personnel de la CCSN a pris en compte l'évaluation environnementale dans le cadre de son évaluation de la demande d'homologation du modèle de colis NAC-LWT afin de s'assurer de la protection de l'environnement et de la santé et la sécurité des personnes.

Le personnel de la CCSN a préparé un rapport d'information sur l'évaluation environnementale, joint à l'annexe A, qui porte sur les points suivants :

- dose au public et aux travailleurs dans des conditions normales de transport
- dose au public et aux travailleurs dans des conditions d'accident de transport graves, y compris les incidences sur l'eau potable
- plans d'intervention d'urgence pour atténuer les effets environnementaux potentiels en cas d'un accident de transport

Dans le rapport d'information sur l'évaluation environnementale, le personnel a conclu que le colis NAC-LWT proposé par NAC en vue du transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi assurera la protection de l'environnement, ainsi que la santé et la sécurité des personnes.

## 4.0 CONCLUSIONS

Le personnel de la CCSN a complété l'évaluation technique de la demande présentée par NAC pour l'homologation du colis de transport NAC-LWT et il est d'avis qu'il répond à toutes les exigences réglementaires canadiennes et internationales pour l'homologation. Il est prévu que le colis NAC-LWT soit utilisé pour transporter une solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi stockée aux Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée à Chalk River (Ontario), vers les États-Unis, en vue de son rapatriement.

Le colis NAC-LWT proposé pour contenir la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi est une version modifiée du colis NAC-LWT actuellement homologué pour le transport de divers contenus solides. La demande de NAC et l'information supplémentaire reçue de NAC en réponse aux demandes de la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis et de la CCSN ont été examinées et évaluées par le personnel de la CCSN.

Le personnel de la CCSN a également réalisé une évaluation environnementale en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*. Dans le Rapport d'information sur l'évaluation environnementale (annexe A), le personnel a conclu que le colis NAC-LWT proposé par NAC en vue du transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi assurera la protection de l'environnement, ainsi que la santé et la sécurité des personnes.



## RÉFÉRENCES

1. Certificat d'homologation d'un colis de transport de la CCSN pour le colis NAC-LWT de NAC, CDN/E173/-96 (Rév. 8)
2. Certificat USDOT pour le colis NAC-LWT de NAC, USA/9225/B(U)F-96 (Rév. 53)
3. Demande de modification de NAC à la NRC des États-Unis pour la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi incluant le rapport d'analyse de sûreté (non-exclusif),  
<http://adamswebsearch2.nrc.gov/webSearch2/main.jsp?AccessionNumber='ML13009A024'>
4. Demande de modification de NAC présentée à la CCSN pour la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, y compris le RAS (non exclusif), 7 juin 2013, <http://nuclearsafety.gc.ca/eng/pdfs/chalk-river/2013-06-NAC-application.pdf>
5. Évaluation de sûreté de la CCSN du modèle de colis pour le certificat d'homologation CDN/E173/-96 (Rév. 9), à finaliser après l'homologation du colis NAC-LWT aux États-Unis (exclusif) e-Doc 4446612
6. Note de service interne de la CCSN de V. Khotylev à R. Garg, *Evaluation for Criticality Safety of the NAC-LWT Cask for Transport of the HEUNL contents*, 13 novembre 2014 (exclusif)
7. Réponse de NAC à la première requête d'information additionnelle de la NRC des États-Unis (non-exclusif),
  - a. Correction de la date de la lettre de couverture, lettre du 17 mars 2014, <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1407/ML14078A038.pdf>
  - b. Réponse de NAC, 5 mars 2014, e-Doc 4391740
8. Réponse de NAC à la deuxième requête d'information additionnelle de la NRC des États-Unis (non-exclusif), 16 juillet 2014, e-Doc 4474777
9. Réponse de NAC à la troisième requête d'information additionnelle de la NRC des États-Unis (non-exclusif), 17 octobre 2014, e-Doc 4542400, [nuclearsafety.gc.ca/.../2014-02-NAC-HEU-RAI-Response-Package-2.pdf](http://nuclearsafety.gc.ca/.../2014-02-NAC-HEU-RAI-Response-Package-2.pdf).
10. Rapport supplémentaire du Département de l'énergie des États-Unis relatif à l'analyse de la gestion du combustible nucléaire usé au site de Savannah River, 2013, *Supplement Analysis Savannah River Site Spent Nuclear Fuel Management*, DOE/EIS-0279-SA-01 and DOE/EIS-0218-SA-06, <http://energy.gov/nepa/downloads/eis-0279-sa-01-supplement-analysis>

## LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ALARA	Niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre
LNC	Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée
CCSN	Commission canadienne de sûreté nucléaire
USDOE	US Department of Energy (Département de l'énergie des États-Unis)
USDOT	US Department of Transport (Département de transport des États-Unis)
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
NAC	NAC International Inc.
NRC	Nuclear Regulatory Commission des États-Unis
LSRN	<i>Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires</i>
RAS	Rapport d'analyse de sûreté
RETSN	<i>Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires</i>
IT	Indice de transport

**ANNEXE A. RAPPORT D'INFORMATION SUR L'ÉVALUATION  
ENVIRONNEMENTALE : TRANSPORT DE SOLUTION  
LIQUIDE DE NITRATE D'URANYLE HAUTEMENT  
ENRICHI**



# Rapport d'information sur l'évaluation environnementale : **Transport de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi**

---

Décembre 2014



## **Rapport d'information sur l'évaluation environnementale : Transport de nitrate d'uranyle liquide hautement enrichi**

© Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) 2014

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

*Également publié en anglais sous le titre : Environmental Assessment Information Report: Transportation of Highly Enriched Uranyl Nitrate Liquid*

### **Disponibilité du document**

Les personnes intéressées peuvent consulter le document sur le site Web de la CCSN à [suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca) ou l'obtenir, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

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

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

Télécopieur : 613-995-5086

Courriel : [info@cnscccsn.gc.ca](mailto:info@cnscccsn.gc.ca)

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

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

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

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1	Contexte .....	1
1.2	Exigences réglementaires .....	2
<b>2.0</b>	<b>ÉVALUATION DES DOSES.....</b>	<b>4</b>
2.1	Limites de dose réglementaires de la CCSN .....	4
2.2	Conditions normales de transport.....	5
2.3	Conditions accidentelles de transport .....	8
<b>3.0</b>	<b>PLANIFICATION DES INTERVENTIONS D'URGENCE .....</b>	<b>11</b>
3.1	Supervision par la CCSN .....	11
3.2	Intervention de la CCSN.....	12
3.3	Plans et procédures d'intervention d'urgence des Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée.....	13
<b>4.0</b>	<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>16</b>
<b>5.0</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>17</b>



## 1.0 Introduction

Lors d'une réunion publique de la Commission tenue le 16 mai 2013, le personnel de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) s'est engagé à réaliser une évaluation environnementale en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) au sujet du transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. L'évaluation environnementale appuie le processus réglementaire de la CCSN en s'assurant que des mesures adéquates sont mises en place pour protéger l'environnement ainsi que la santé et la sécurité des Canadiens, et ce, avant qu'une activité ne soit entreprise.

Le présent rapport vise à documenter les résultats de l'évaluation environnementale qui a été réalisée au sujet de la demande de NAC International Inc. (NAC) concernant l'homologation d'un modèle de colis de matières radioactives à être utilisé pour le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi. Aucune décision ne sera rendue au sujet du rapport d'information sur l'évaluation environnementale lui-même. Toutefois, l'information sera prise en compte par la CCSN lorsqu'elle rendra une décision de nature réglementaire.

Le présent rapport est basé sur l'information présentée par NAC et le travail réalisé par le personnel de la CCSN, et il porte sur les aspects suivants :

- doses au public et aux travailleurs dans des conditions normales de transport (section 2.2)
- doses au public et aux travailleurs dans des conditions d'accident de transport graves, y compris les incidences sur l'eau potable (section 2.3)
- plans d'intervention d'urgence pour atténuer les effets environnementaux potentiels en cas d'un accident de transport (section 3.0)

## 1.1 Contexte

En 2012, les États-Unis et le Canada ont signé une entente pour le rapatriement de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi qui est stockée sur le site des Laboratoires de Chalk River (LCR), propriété des Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC). Pour soutenir cette entente de rapatriement, l'entreprise NAC, qui a un contrat avec les LNC, a soumis une demande à la CCSN concernant l'homologation d'un colis de transport du type B pour le transport de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi actuellement stockée aux LCR.

Le colis proposé, soit le colis NAC-Legal Weight Truck (NAC-LWT), est le même colis de transport du type B qui a déjà été approuvé par la CCSN [1] et le Département de transport des États-Unis (USDOT) [2] et utilisé pour transporter de l'uranium hautement enrichi sous forme solide. Les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) utilisent ce colis pour transporter en toute sécurité de l'uranium hautement enrichi solide des LCR vers les États-Unis dans le cadre d'un effort international concerté pour consolider les



inventaires d'uranium hautement enrichi dans un plus petit nombre d'emplacements sur la planète. De tels efforts encouragent la non-prolifération et la sécurité en retirant du Canada des matières d'uranium hautement enrichi existantes et en le retraitant à des fins pacifiques (p. ex. la production d'électricité).

NAC propose maintenant d'utiliser le colis NAC-LWT avec une cavité interne spécialement conçue qui consiste en quatre contenants d'une capacité de 58,1 litres chacun de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi [3]. Le colis NAC-LWT serait ensuite chargé dans un conteneur homologué par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), et un conteneur serait placé sur chaque camion. Puisque la conception et le contenu du colis changent, un certificat d'homologation est requis de la part de la CCSN, de la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis (NRC) et du Département de transport des États-Unis.

NAC a conçu 10 colis de transport importants, homologués par la NRC, et a obtenu des permis pour sa technologie de colis de transport au moyen de validations par des autorités compétentes dans plus de 35 pays, dont le Canada. NAC a effectué plus de 3 700 expéditions de combustible usé, de déchets hautement radioactifs et d'autres matières nucléaires à l'aide de ces colis de transport homologués.

Le Canada affiche un excellent dossier de sûreté au chapitre du transport de substances nucléaires, avec plus d'un million de colis contenant des matières radioactives qui sont transportés en toute sécurité au Canada chaque année, dans diverses formes chimiques et physiques, dont les liquides. Conformément au mandat législatif et au cadre de réglementation de la CCSN, qui découlent de la LSRN, la CCSN n'autorise l'expédition de matières nucléaires que si elle est d'avis que la santé, la sûreté et sécurité des Canadiens et l'environnement sont protégés.

Si la CCSN, la NRC et le Département de transport des États-Unis devaient homologuer le colis NAC-LWT, les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) devraient alors obtenir un permis de transport et un permis d'exportation en vertu de la LSRN et de ses règlements d'application.

## 1.2 Exigences réglementaires

La CCSN s'assurera que l'emballage et le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi respectent toutes les exigences réglementaires applicables visant la protection de la santé humaine et de l'environnement, avant de rendre une décision en matière de réglementation.

### *Emballage*

Le colis doit être conforme au *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* (RETSN) pris en application de la LSRN, et au règlement américain équivalent, lesquels reposent sur le *Règlement de transport des matières radioactives*, TS-R-1, de l'Agence internationale de l'énergie atomique (le *Règlement de l'AIEA*). Le colis doit également être homologué par la CCSN, la NRC des États-Unis et le

Département de transport des États-Unis. Le but du *Règlement de l'AIEA* est d'établir des normes de sécurité qui permettent d'assurer un niveau acceptable de contrôle des dangers lié au rayonnement, à la criticité et à la prévention des dommages causés par la chaleur pour les personnes, les propriétés ou l'environnement, qui sont associées au transport des substances nucléaires.

Conformément au *Règlement de transport des matières radioactives* de l'AIEA, il faut démontrer que le colis répond aux épreuves de rendement précisées dans le règlement, lesquelles simulent des conditions normales de transport et des conditions accidentelles. Ces épreuves comprennent les effets cumulatifs d'un essai de chute libre d'une hauteur de 9 m, d'un essai de chute sur barre perforante et d'un essai thermique de 30 minutes à 800 degrés Celsius. Puisque le colis renfermera une matière fissile, des conditions additionnelles sont imposées dans le *Règlement de l'AIEA* afin de garantir que le colis demeurera sous-critique dans des conditions normales de transport et dans des conditions d'accident de transport.

### ***Transport***

Afin de pouvoir transporter de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) doivent obtenir un permis de transport délivré par la CCSN en vertu du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* (RETSN), en plus d'un permis d'exportation également délivré par la CCSN en vertu du *Règlement sur le contrôle de l'importation et l'exportation aux fins de la non-prolifération nucléaire*. Aux termes du *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* de Transports Canada, les LNC doivent obtenir l'approbation de Transports Canada pour son Plan d'intervention d'urgence (PIU).

Outre le PIU, les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) sont également tenus de soumettre par écrit un plan de sécurité pour le transport, en conformité avec le guide d'application de la réglementation G-208 de la CCSN, *Les plans de sécurité pour le transport des matières nucléaires de catégorie I, II ou III*.

Pour chaque expédition, un plan de sécurité rigoureux doit être préparé afin d'éviter tout risque que les matières ne se retrouvent entre les mains de personnes ou d'organisations non autorisées. Pour assurer la protection du public, les renseignements portant sur les détails d'une expédition particulière sont considérés réglementés, ce qui signifie que l'accès à ces renseignements est limité aux personnes et aux autorités qui ont un besoin légitime de savoir, comme les services de police et d'incendie. L'itinéraire du transport et les mesures de sécurité qui l'accompagnent doivent être approuvés et acceptés au préalable par les autorités compétentes au Canada et aux États-Unis.

Le règlement de Transports Canada exige également que l'expéditeur (les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée) affiche un numéro de téléphone en cas d'urgence, qu'on peut rejoindre 24 heures sur 24, sur tous les documents d'expédition qui accompagnent chaque envoi. On s'assure ainsi que les premiers intervenants en cas d'urgence disposeront d'une aide technique immédiate.

## 2.0 Évaluation des doses

Le Département de l'énergie des États-Unis (USDOE) a réalisé des évaluations environnementales en 1996 [4] et en 2000 [5] sur les incidences du transfert d'uranium hautement enrichi sous forme solide, du Canada aux États-Unis. En 2013, il a procédé à une analyse supplémentaire [6] qui a évalué les risques associés au transport de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, afin d'appuyer les évaluations environnementales précédentes. L'analyse supplémentaire du Département de l'énergie des États-Unis a permis de conclure que les incidences sur l'environnement, les travailleurs et le public sont acceptables et ne diffèrent pas grandement des évaluations environnementales précédentes [4].

Le présent rapport d'information sur l'évaluation environnementale porte sur l'évaluation des doses réalisée par le Département de l'énergie des États-Unis dans son analyse supplémentaire et sur deux évaluations indépendantes effectuées par le personnel de la CCSN [8, 9]. Bien que les colis soient conçus pour transporter quatre conteneurs d'une capacité de 58,1 litres chacun de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, le personnel de la CCSN a fait l'hypothèse d'un volume maximal de 64,3 litres par mesure de prudence. Puisque les itinéraires de transport ne sont pas divulgués au public (puisque'ils sont classés « Secret »), les scénarios représentatifs d'une expédition donnée ont été inférés dans chaque cas.

### 2.1 Limites de dose réglementaires de la CCSN

Le *Règlement sur la radioprotection* de la CCSN établit les limites de dose pour la quantité de rayonnement que le public et les travailleurs du secteur nucléaire peuvent recevoir des activités visées par la LSRN. Ce règlement exige que tous les titulaires de permis mettent en application un programme de radioprotection visant à maintenir l'exposition au niveau « le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre » (principe ALARA). Les limites de doses de rayonnement sont établies conformément aux recommandations de la Commission internationale de protection radiologique, ainsi qu'aux normes et directives de l'AIEA.

Au Canada, la CCSN fixe les limites de dose pour les travailleurs et le public. La limite de dose efficace pour les membres du public est de 1 millisievert/an (1mSv/an). La dose efficace pour les travailleurs du secteur nucléaire est établie à 50 mSv/an et à 100 mSv/5 ans. Pendant l'application de mesures visant à maîtriser une situation d'urgence ainsi que pendant les travaux d'atténuation immédiats et urgents qui s'ensuivent, la dose efficace annuelle reçue par une personne ne peut dépasser 500 mSv. Si une situation d'urgence devait se produire, la CCSN s'assurerait que des mesures adéquates sont en place pour réduire au minimum l'exposition du public et des travailleurs.

Les Canadiens sont exposés à de nombreuses sources de rayonnement naturel et artificiel à tous les jours. Le rayonnement d'origine naturelle représente environ 60 % de la dose annuelle moyenne que reçoit une personne au Canada, tandis que le rayonnement d'origine artificielle (produit majoritairement par les procédures médicales) représente les

40 % restants de l'exposition annuelle au rayonnement. Il n'existe aucune différence entre les effets causés par le rayonnement naturel et le rayonnement artificiel. Le tableau 1 ci-dessous fournit une comparaison entre les sources de rayonnement naturelles et artificielles et les limites de dose réglementaire fixées par la CCSN.

**Tableau 1 Comparaison des limites de dose réglementaires de la CCSN par rapport aux sources de rayonnement naturelles et artificielles**

<b>Dose (mSv)</b>	<b>Limite ou type d'exposition</b>
30-100	Dose de rayonnement reçue par le corps complet à la suite d'un tomodensitogramme
100	Limite de dose de rayonnement sur 5 ans pour les travailleurs du secteur nucléaire
50	Limite de dose annuelle de rayonnement pour les travailleurs du secteur nucléaire
1,3-4,1	Plage de la dose de fond annuelle que reçoit une personne au Canada (p. ex. d'origine cosmique ou terrestre, par inhalation ou par ingestion)
1	Limite de dose annuelle de rayonnement au public
0,1-0,12	Dose reçue lors d'une radiographie des poumons
0,01	Dose reçue lors d'une radiographie dentaire
0,01	Dose moyenne reçue lors d'un voyage en avion
0,0000098	Une personne habitant à 30 m d'une autoroute où passent des expéditions de conteneurs

Le site Web de la CCSN offre de l'information au sujet du rayonnement et des doses de rayonnement à <http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/index.cfm>.

## **2.2 Conditions normales de transport**

### *Dose au public*

Les risques associés à des conditions normales de transport se limitent à une exposition externe au rayonnement gamma et neutronique provenant des radionucléides scellés à l'intérieur du colis de transport, tel qu'indiqué dans le rapport d'analyse de la sûreté [7] soumis par NAC. Le Département de l'énergie des États-Unis a identifié trois récepteurs, indiqués dans le tableau 2, qui représentent le grand public aux fins de son évaluation. Ces récepteurs ont été sélectionnés car ils ont été considérés représentatifs des individus les plus susceptibles d'être exposés. La dose reçue par ces récepteurs par expédition est indiquée dans le tableau 2.

**Tableau 2 Estimations fournies par le Département de l'énergie des États-Unis pour les doses par expédition pour trois récepteurs représentatifs**

Récepteur	Dose (mSv)/expédition
Une personne se trouvant dans la circulation pendant 30 minutes à 1,2 m du colis de transport	0,15
Une personne vivant à 30 m d'une autoroute sur laquelle les colis sont transportés	0,0000098
Un employé d'un poste d'essence se trouvant à 16 m du colis de transport pendant 50 minutes	0,0083

Le personnel de la CCSN convient que ces trois récepteurs représentent vraisemblablement les personnes qui pourraient être exposées aux doses les plus élevées. Afin de vérifier les doses calculées par le Département de l'énergie des États-Unis, le personnel de la CCSN a réalisé une évaluation [8] à l'aide de deux méthodes. La première méthode utilisait les paramètres d'entrée du Département de l'énergie des États-Unis, mais également l'inventaire estimé de radionucléides indiqué dans le rapport d'analyse de la sûreté [7] et par les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC). La deuxième méthode supposait un débit de dose de 0,1 mSv/h à une distance de 1 m, peu importe l'inventaire, en fonction de l'indice de transport. L'indice de transport est le niveau de rayonnement maximal autorisé à 1 m émanant du colis, selon le *Règlement de l'AIEA*. La méthode de l'indice de transport est plus conservatrice que la méthode d'inventaire, car il est peu probable que le débit de dose permis soit observé compte tenu de la conception robuste du colis. Un colis doit respecter l'indice de transport approprié pour pouvoir être homologué. Les résultats de l'évaluation de la CCSN figurent dans le tableau 3.

**Tableau 3 Dose par expédition calculée par la CCSN pour les trois récepteurs représentatifs**

Récepteur	Dose basée sur l'inventaire (mSv/expédition)	Dose basée sur l'indice de transport (mSv/expédition)
Une personne se trouvant dans la circulation pendant 30 minutes à 1,2 m du colis de transport	0,0044	0,035
Une personne vivant à 30 m d'une autoroute sur laquelle les colis sont transportés	0,0000013	0,0000034
Un employé d'un poste d'essence se trouvant à 16 m du colis de transport pendant 50 minutes	0,00108	0,0026

Il est extrêmement difficile d'estimer le nombre d'événements auxquels chaque récepteur pourrait être exposé. Toutefois, le personnel de la CCSN estime raisonnable de supposer que la probabilité qu'un individu soit exposé à de multiples expéditions est très faible, à l'exception de la personne vivant près d'une autoroute. En supposant que cette personne soit exposée à un maximum de 60 expéditions, la dose totale estimée serait de 0,0006 mSv selon l'évaluation du Département de l'énergie des États-Unis et de 0,0002 mSv selon l'évaluation de la CCSN.

### **Conclusion**

Le personnel de la CCSN confirme que l'analyse du Département de l'énergie des États-Unis est suffisamment prudente et exhaustive pour faire la preuve de la protection du public, car les débits de dose par événement sont bien inférieurs à la limite réglementaire de 1 mSv/an.

### **Dose aux travailleurs**

Le personnel de la CCSN a également évalué la dose au conducteur, en utilisant les mêmes méthodes d'évaluation de la dose décrite dans la section précédente. La dose au conducteur est présentée dans le tableau 4. On ne connaît pas le nombre d'expéditions auxquelles un conducteur donné participerait. Cependant, en tant que transporteurs de matières dangereuses de classe 7, ces travailleurs sont assujettis aux programmes de radioprotection de leurs employeurs ainsi qu'aux méthodes de surveillance et de contrôle des doses précisées dans ces programmes. Les programmes de radioprotection ont pour objectif de limiter l'exposition des travailleurs et d'assurer que les doses de rayonnement reçues par les travailleurs du secteur nucléaire (c.-à-d. le conducteur) demeurent en deçà des limites réglementaires de 50 mSv/an et de 100 mSv/5 ans.

**Tableau 4 Évaluation par la CCSN de la dose au conducteur par expédition**

Récepteur	Dose basée sur l'inventaire (mSv/expédition)	Dose basée sur l'indice de transport (mSv/expédition)
Conducteur situé à 2 m du colis de transport pendant au plus 26 heures (1 700 km à 65 km/h)	0,12	0,94

Aux États-Unis, les conducteurs commerciaux sont assujettis à l'*Occupational Safety and Health Administration Regulations*, qui limite la dose au corps entier à 50 mSv/an, et à l'exigence du Département de transport des États-Unis qui limite la dose à 0,020 mSv/h à l'intérieur du camion. Le Département de l'énergie des États-Unis a conclu que le régime réglementaire ferait en sorte que la dose au conducteur demeurera en deçà des limites réglementaires.

### **Conclusion**

Le personnel de la CCSN conclut que la dose reçue par le conducteur demeure faible et bien inférieure à la limite de dose annuelle pour les travailleurs du secteur nucléaire.

## 2.3 Conditions d'accident de transport

### *Accidents sur terre*

Un colis du type B homologué est conçu pour résister à des conditions d'accident de transport, sans rejet de matières hors du colis. Toutefois, le Département de l'énergie des États-Unis et le personnel de la CCSN ont réalisé des évaluations de la dose potentielle d'un accident de transport de très faible probabilité (une probabilité d'occurrence de  $6,6 \times 10^{-12}$  par an) qui impliquerait le rejet potentiel et la dispersion de la matière radioactive dans l'environnement. Même si le personnel de la CCSN est d'avis que ce scénario d'accident n'est pas crédible, l'évaluation de la dose a été réalisée en fonction de l'expérience passée qui a confirmé qu'il pourrait s'agir d'un domaine d'intérêt.

Le Département de l'énergie des États-Unis a évalué les doses potentielles aux populations et aux individus les plus exposés en cas d'un grave accident de transport impliquant un rejet. On suppose que l'accident a entraîné un fort impact et un incendie se prolongeant pendant des heures. La probabilité maximale de cette occurrence a été estimée par le Département de l'énergie des États-Unis à  $6,6 \times 10^{-12}$  par an. Le résultat de la dose pour l'individu le plus exposé a été estimé à 2,1 mSv par le Département de l'énergie des États-Unis.

La méthode utilisée par le personnel de la CCSN a été d'évaluer la dose reçue par l'individu le plus exposé en cas d'accident grave. Conformément au *Règlement de l'AIEA*, le colis est conçu pour rejeter uniquement une fraction (0,033 %) de l'inventaire de son contenu à la suite d'un accident grave. Dans le tableau 5, la CCSN a identifié les deux récepteurs qui pourraient raisonnablement représenter les individus les plus exposés, aux fins de l'évaluation. Le délai de 30 minutes pour les deux scénarios a été jugé prudent, car on suppose que les premiers intervenants auraient probablement évacué les personnes et établi un périmètre de sécurité à l'intérieur de ce délai.

**Tableau 5 Évaluation par la CCSN des conditions d'accident pour les deux récepteurs représentatifs**

Récepteur	Dose (mSv)/événement
Une personne se trouvant au centre d'un déversement dans un rayon de 1 m rejetant 0,033 % de l'inventaire du colis de transport du type B pendant 30 minutes.	0,819
Une personne se trouvant au centre d'un déversement dans un rayon de 10 m rejetant 0,033 % de l'inventaire du colis de transport du type B pendant 30 minutes.	0,009

## ***Conclusion***

Compte tenu de l'analyse de scénarios en conditions d'accident de transport sur terre réalisée par le Département de l'énergie des États-Unis et le personnel de la CCSN, ce dernier conclut que même dans des conditions d'accident extrêmement improbables, les doses reçues par les individus les plus exposés demeurent faibles et bien inférieures aux limites de dose réglementaire en cas d'urgence pour les travailleurs du secteur nucléaire et le public.

## ***Accidents sur un plan d'eau***

Le personnel de la CCSN a réalisé une évaluation [9] portant sur les conséquences potentielles sur de grands plans d'eau d'un rejet accidentel sur un pont près d'une décharge du lac Ontario ou près de la rivière des Outaouais. Ces deux importants systèmes seraient les plus susceptibles d'être touchés sur une route de transport directe. La probabilité de ce type d'accident est extrêmement faible, plus faible qu'un accident terrestre dont la probabilité d'occurrence est de  $6,6 \times 10^{-12}$ , car la distance parcourue sur les ponts près de ces plans d'eau ne représente qu'une fraction de la distance totale parcourue, ce qui réduit la probabilité globale d'occurrence.

Au Canada, les critères relatifs à la qualité de l'eau potable reposent sur une dose limitative de 0,1 mSv/an dans des conditions normales, et de 1 mSv/an en cas d'urgence, tel qu'établi par Santé Canada [10, 11]. La limite de 1 mSv/an pour la protection de l'eau potable en cas d'urgence est la même que la limite de dose du public établie dans le *Règlement sur la radioprotection* pris en application de la LSRN. En comparaison, les critères d'urgence de l'AIEA reposent sur une dose limitative de 10 mSv/an.

Le principal facteur servant à déterminer les incidences possibles sur l'environnement est le potentiel de dilution du plan d'eau récepteur. Le personnel de la CCSN connaît bien le potentiel de dilution du lac Ontario et de la rivière des Outaouais en raison des activités de surveillance des déversements historiques, des expérimentations avec traceur colorant par les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) et de la modélisation de la dispersion aquatique.

Tout comme pour les scénarios d'accidents terrestres et conformément au *Règlement de l'AIEA*, le personnel de la CCSN a supposé un rejet de 0,033 % de l'inventaire du colis dans les plans d'eau récepteurs. L'évaluation a permis de conclure que dans le lac Ontario, les concentrations de radionucléides après un déversement seraient bien inférieures aux recommandations pour la protection de la santé humaine et de l'environnement. Cela s'explique principalement par le large volume d'eau et les débits d'écoulement élevés observés dans le lac Ontario.

En ce qui concerne un déversement dans la rivière des Outaouais, l'évaluation a permis de conclure que les recommandations de Santé Canada pour la qualité de l'eau potable en situation normale seraient atteintes à 0,5 km du point de déversement, tel qu'indiqué dans le tableau 6. Compte tenu des faibles doses attendues, de la nature de tout rejet potentiel



et des efforts d'atténuation rapides, aucun effet sur la santé des humains n'est anticipé. De plus, compte tenu de la durée du trajet et du faible nombre de pont, il est hautement improbable qu'un accident se produise à moins de 0,5 km d'une usine d'approvisionnement en eau potable.

**Tableau 6 Évaluation par la CCSN de la dose reçue par une personne consommant de l'eau potable provenant de la rivière des Outaouais à la suite d'un déversement accidentel dans celle-ci**

Distance du déversement (km)	Dose (mSv)
0,5	0,084
1	0,0454
5	0,0109
10	0,0059

Dans le cas peu probable d'un accident qui déclencherait une intervention de la part des autorités gouvernementales sur le site d'une usine d'eau potable, il faudrait assurer une surveillance continue et possiblement interdire temporairement la consommation de l'eau potable jusqu'à ce que la radioactivité ait diminué à des niveaux acceptables.

### ***Conclusion***

Le personnel de la CCSN conclut que les répercussions environnementales potentielles d'accidents de transport graves résultant d'un rejet dans le lac Ontario ou la rivière des Outaouais seraient minimales. La confiance à l'égard de cette conclusion s'explique en raison des multiples niveaux de prudence inclus dans l'évaluation, de la nature à court terme des impacts et de la probabilité extrêmement faible d'occurrence d'un accident au-dessus ou près d'un grand plan d'eau.

## 3.0 Planification des interventions d'urgence

### 3.1 Supervision par la CCSN

La CCSN joue deux rôles dans la gestion des urgences nucléaires. Premièrement, conformément au mandat défini dans la LSRN, la CCSN exerce une surveillance réglementaire des activités, des plans et des procédures des titulaires de permis relativement aux urgences nucléaires. Deuxièmement, à titre d'organisme fédéral, la CCSN participe à l'intervention pangouvernementale en cas d'urgence nucléaire, conformément aux exigences du plan fédéral d'intervention d'urgence et du plan fédéral en cas d'urgence nucléaire.

La CCSN a élaboré un plan stratégique de gestion des urgences [12] qui explique en détail comment la CCSN gère les urgences au niveau stratégique, en conformité avec son mandat. Le plan stratégique de gestion des urgences fait également le lien entre la gestion des urgences par la CCSN et les rôles et responsabilités assignés à la CCSN dans le plan fédéral d'intervention d'urgence et le plan fédéral en cas d'urgence nucléaire. Le plan fédéral d'intervention d'urgence est le plan d'intervention « tous risques » du gouvernement du Canada, tandis que le plan fédéral en cas d'urgence nucléaire est une annexe du plan fédéral d'intervention d'urgence, et comprend les arrangements intergouvernementaux et pluri-ministériels supplémentaires et spécifiques qui sont nécessaires pour aborder les risques pour la santé associés à une urgence nucléaire.

La CCSN a aussi élaboré un Plan d'intervention en cas d'urgence nucléaire – Plan directeur (le plan directeur du PIUN) [13] qui décrit l'intervention tactique de la CCSN à toutes les urgences qui cadrent dans son mandat, y compris les accidents de transport. Les plans additionnels appuyant le PIUN fournissent des détails supplémentaires sur les mesures d'intervention s'appliquant à une urgence particulière. Le plan de soutien au transport est actuellement en cours d'élaboration.

En ce qui concerne les accidents de transport hors site, le gouvernement provincial ou territorial ou encore l'administration municipale est l'autorité responsable appropriée pour les mesures d'intervention hors site. Les gouvernements provinciaux et territoriaux sont l'autorité principale chargée de protéger la santé et la sécurité du public, la propriété et l'environnement sur leur territoire. Ils sont aussi les principales autorités devant informer le public sur les mesures de protection en place et les conditions hors site.

Les plans et les procédures des Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) en cas d'urgence discutés à la section 3.3 décrivent les mesures que devraient prendre les LNC pour appuyer l'autorité responsable appropriée dans la prise de mesures hors site.

Le personnel de la CCSN s'assure que la planification des mesures d'intervention s'harmonise avec celle des autorités concernées, par le truchement du plan stratégique de gestion des urgences et du PIUN. La CCSN s'assure d'avoir la capacité nécessaire pour intervenir et apporter son aide lorsqu'une autorité responsable ou un premier intervenant le demande.

### **3.2 Intervention de la CCSN**

Toutes les urgences liées au transport exigent des mesures rapides de la part des premiers intervenants et des autorités expertes (p. ex. la CCSN, les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée) afin d'évaluer la présence et l'ampleur des conséquences, de confiner le danger et de prévenir toute propagation de la contamination. Dans tous ces cas, la rapidité d'intervention est primordiale, qu'il s'agisse d'alerter les représentants de la CCSN ou d'établir rapidement des liens techniques entre les premiers intervenants locaux et le personnel d'intervention approprié à l'administration centrale de la CCSN.

La CCSN fournira les contrôles réglementaires, les avis, les orientations et les ressources nécessaires pour assurer la protection du public et de l'environnement contre les conséquences radiologiques de l'événement.

Dès qu'elle est avisée d'une situation d'urgence liée au transport, l'Organisation d'urgence nucléaire (OUN) de la CCSN détermine si elle devrait activer le Centre des mesures d'urgence (CMU) à l'administration centrale de la CCSN. Le Centre des mesures d'urgence de la CCSN est le centre de contrôle pour l'intervention tactique de la CCSN en cas d'urgence. C'est là que les objectifs d'intervention de la CCSN sont établis, que l'information est recueillie, transmise et partagée avec le public et d'autres administrations, et que l'information est sauvegardée. Le CMU peut être activé jour et nuit, 7 jours par semaine, et pendant une situation d'urgence, on y trouve des experts techniques et du personnel de soutien appropriés.

Dès l'activation du CMU, l'intervention de la CCSN se fonde sur les six objectifs suivants :

- gérer l'intervention du Centre des mesures d'urgence de la CCSN
- évaluer l'importance d'une urgence en termes de sûreté
- appliquer les exigences réglementaires et les conditions de permis pertinentes
- fournir des conseils et une assistance techniques
- travailler en coordination et en collaboration avec les organisations externes
- faire rapport sur l'intervention de la CCSN

Une fois l'urgence terminée, le CMU est démobilisé et la CCSN pourrait devoir participer à des comités permanents spéciaux du Parlement afin de fournir de l'information sur l'urgence.

### 3.3 Plans et procédures d'intervention d'urgence des Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée

Afin de réduire au minimum la dose potentielle reçue par les travailleurs et le public lors d'un accident, le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* de la CCSN oblige les LNC à avoir en place un Plan d'intervention d'urgence (PIU) approuvé par Transports Canada en vertu de l'article 7 du *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*.

Les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) ont élaboré le Plan d'intervention d'urgence pour les accidents de transport hors site impliquant des matières radioactives [14] qui constitue leur Plan d'intervention d'urgence et répond aux exigences réglementaires de Transports Canada. Transports Canada a approuvé le plan des LNC dans le but de respecter la réglementation pour les activités de transport actuellement approuvées. Le plan a été élaboré dans le but de s'assurer que des LNC agissent d'une manière qui protège la santé, la propriété et l'environnement en cas d'accident impliquant le transport de matières radioactives.

Une entente d'assistance mutuelle existe entre les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC), Ontario Power Generation, Hydro-Québec, la Société d'énergie du Nouveau-Brunswick et Bruce Power. En vertu de cette entente, l'installation nucléaire la plus près d'un incident de transport interviendra en premier, peu importe l'origine, la destination et la propriété de l'expédition, jusqu'à ce que l'équipe d'intervention du propriétaire de la matière arrive sur les lieux.

Les principales étapes du Plan d'intervention d'urgence [14] et des procédures [15] des Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) sont décrites ci-dessous.

Les mesures d'intervention des LNC en réponse à un accident de transport sont prises à la salle de surveillance centrale sur le site des Laboratoires de Chalk River (LCR) où travaillent des employés jour et nuit, 7 jours par semaine. La salle de surveillance centrale peut recevoir un avis d'accident de la part d'un conducteur des Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC), de personnel d'urgence (p. ex. policiers, pompiers), du Centre canadien d'urgence en transport (CANUTEC), d'un autre organisme ou d'un citoyen privé. CANUTEC est exploité par Transports Canada et fournit des services consultatifs nationaux. Il se compose de scientifiques professionnels d'expérience et formés pour interpréter les renseignements techniques et prodiguer des conseils sur la façon de répondre à la situation d'urgence.

Les premiers intervenants locaux doivent suivre les directives du Guide des mesures d'urgence de Transports Canada [16] jusqu'à ce que des experts techniques qualifiés arrivent pour apporter leur aide (p. ex. l'équipe d'intervention des Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) ou l'équipe d'assistance mutuelle). Les premiers intervenants locaux incluent le service d'incendie, les corps policiers ou toute autre équipe locale ou provincial ayant juridiction sur le lieu de l'accident.

La salle de surveillance centrale avisera immédiatement l'agent de secours principal des Laboratoires de Chalk River. L'agent de secours principal déterminera s'il faut activer le plan d'intervention et établir un centre des opérations d'urgence (Centre des opérations d'urgence, Centre d'évaluation environnementale et Centre d'évaluation du site) et établira la portée des mesures d'intervention initiales requises de la part des LNC, comme l'envoi des équipes d'intervention des LNC ou des équipes d'assistance mutuelle.

Sur réception de l'avis, les chefs de l'équipe d'intervention des LNC activeront les membres de leur équipe d'intervention, au besoin, pour un déploiement sur la scène de l'accident. Une équipe d'intervention initiale formée sera envoyée sur la scène de l'accident avec le personnel et l'équipement indiqués dans le tableau 7.

**Tableau 7 Équipement et personnel de l'équipe d'intervention initiale des Laboratoires de Chalk River**

Personnel	Nombre minimal d'intervenants	Disponible	Équipement
Chef de l'équipe d'intervention initiale – Logistique	1	4	<u>Trousses de première intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>vêtements de protection, respirateurs, instruments de détection des rayonnements et de la contamination étalonnés</li> <li>dosimètres individuels</li> </ul> <u>Poste mobile d'urgence :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>fournitures supplémentaires pour la liste ci-dessus</li> <li>téléphone (cellulaire et MSAT, ordinateur portatif sans fil)</li> <li>station météorologique</li> <li>équipement de contrôle de l'accès</li> <li>équipement de rétablissement (p. ex. trousse de lutte contre le déversement, équipement de décontamination)</li> </ul>
Représentant des Communications	Au besoin	2	
Chef de l'équipe d'évaluation des rayonnements – Spécialiste en radioprotection	1	3	
Membres de l'équipe d'évaluation des rayonnements – Contrôleurs en radioprotection	4	8	
Personnel de soutien des LCR	Au besoin	~100	Ressources des LCR

Si l'accident implique une expédition des Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC), l'équipe d'intervention doit :

- fournir une évaluation initiale rapide de la situation
- localiser et, s'il y a lieu, rétablir le blindage de la source et le contrôle sur la source
- aider le poste de commandement sur place à déterminer les zones d'intervention
- aider les groupes d'intervention avec les activités de contrôle, de surveillance radiologique et de décontamination
- exécuter les opérations de rétablissement pour remettre les lieux dans leur état initial avant l'accident

Lorsque les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) sont responsables de la décontamination du site d'un accident, les pratiques de décontamination des LNC sont appliquées en cas de propagation de la matière radioactive sur la route ou dans la flore. Le sol ou l'eau contaminés récupérés sur le lieu de l'accident seront transportés aux LCR pour y être stockés. L'équipe de transport des LNC servira pour déplacer les véhicules ou l'équipement sur la scène ou hors de la scène de l'accident. Des examens radiologiques et environnementaux seront réalisés pour confirmer l'efficacité des opérations de rétablissement.

Avant de délivrer un permis de transport pour des expéditions de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, le personnel de la CCSN confirmera que le Plan d'intervention d'urgence a été approuvé par Transports Canada et que toutes les exigences réglementaires ont été respectées.

## **4.0 Conclusion générale**

Le personnel de la CCSN conclut que le colis NAC-Legal Weight Truck (NAC-LWT) proposé par NAC pour le transport de la solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi des LCR vers les États-Unis assurera la protection de l'environnement, et de la santé et de la sécurité des personnes. Avant d'approuver des expéditions de solution liquide de nitrate d'uranyle hautement enrichi, les Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC) doivent satisfaire à toutes les exigences réglementaires de la CCSN.

## 5.0 Références

1. CCSN, *Certificat d'homologation pour le colis NAC-LWT de NAC*, CDN/E173/-96 (Rev. 8)
2. USDOT (Département de transport des États-Unis), *Certificat d'homologation pour le colis NAC-LWT de NAC*, USA/9225/B(U)F-96 (Rev. 53)
3. NAC International Inc., Demande de modification à la CCSN pour le transport d'UHE dans le colis NAC-LWT, y compris le rapport d'analyse de sûreté (non exclusif), 7 juin 2013 <http://nuclearsafety.gc.ca/eng/pdfs/chalk-river/2013-06-NAC-application.pdf>
4. USDOE (Département de l'énergie des États-Unis), *Proposed Nuclear Weapons Non-proliferation Policy Concerning Foreign Research Reactor Spent Nuclear Fuel Environmental Impact Statement*, DOE/EIS-0218F, février 1996
5. USDOE, *Savannah River Site Spent Nuclear Fuel Management Environmental Impact Statement*, DOE/EIS-0279, mars 2000
6. USDOE, *Supplement Analysis Savannah River Site Spent Nuclear Fuel Management*, DOE/EIS-0279-SA-01 et DOE/EIS-0218-SA-06, mars 2013
7. NAC International Inc. *NAC-LWT Safety Analysis Report, Revision 12E*, décembre 2012
8. CCSN (Note), *HEUNL Dose Assessment*, 30 juillet 2013 (en anglais seulement)
9. CCSN (Note), *HEUNL Drinking Water Analysis*, 30 août 2013 (en anglais seulement)
10. Santé Canada, *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique – Paramètres radiologiques*, Bureau de la radioprotection, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs (N° de catalogue H128-1/10-614F-PDF), mai 2009
11. Santé Canada, *Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire*, Ministre, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (N° de catalogue H46-2/01-254F), 2000
12. CCSN, *Plan stratégique de gestion des urgences*, mai 2013
13. CCSN, *Plan d'intervention en cas d'urgence nucléaire – Plan directeur*, août 2013
14. Laboratoires Nucléaires Canadiens limitée (LNC), *CNL Emergency Response Plan for Off-site Transportation Accidents Involving Radioactive Material*, CW-508520-ERP-001, juillet 2010
15. LNC, *CRL Emergency Response to Transportation Accidents Involving Radioactive Material*, EMP-508520-PRO-001, octobre 2010
16. Transports Canada, USDOT et le Secrétariat aux Communications et aux Transports du Mexique, *Guide des mesures d'urgence*, 2012