



La spectrométrie de masse par accélérateur (SMA) du point de vue de l'organisme de réglementation – Une rétrospective et un regard prospectif concernant ses applications réglementaires



Matthew N. Herod, agent de projet
Division des déchets et du déclassé

14^e Conférence internationale sur la spectrométrie de masse par accélérateur
Ottawa (Ontario), Canada

suretenucleaire.gc.ca





À propos de la CCSN

- La CCSN est l'organisme de réglementation fédéral de l'industrie nucléaire canadienne
- Elle comprend un tribunal quasi judiciaire et indépendant qui est aussi une cours d'archives et qui est appuyé par un personnel scientifique, technique et professionnel
- Mandat de la CCSN :
 - préserver **la santé, la sûreté et la sécurité des personnes** et protéger **leur environnement**
 - respecter les **accords internationaux** du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire
 - informer **objectivement** le public sur les plans scientifique ou technique ou en ce qui concerne la réglementation



Philosophie et cadre de réglementation de la CCSN



- La *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* est la législation habilitante
- La Commission prend des règlements au moyen d'un processus transparent
- Les exigences réglementaires sont régulièrement mises à jour au moyen d'un processus systématique et transparent
 - Reflétées dans un plan décennal complet
 - Alignées sur les normes de sûreté de l'AIEA
 - Adoption de normes nationales et internationales dans le cadre de réglementation de la CCSN

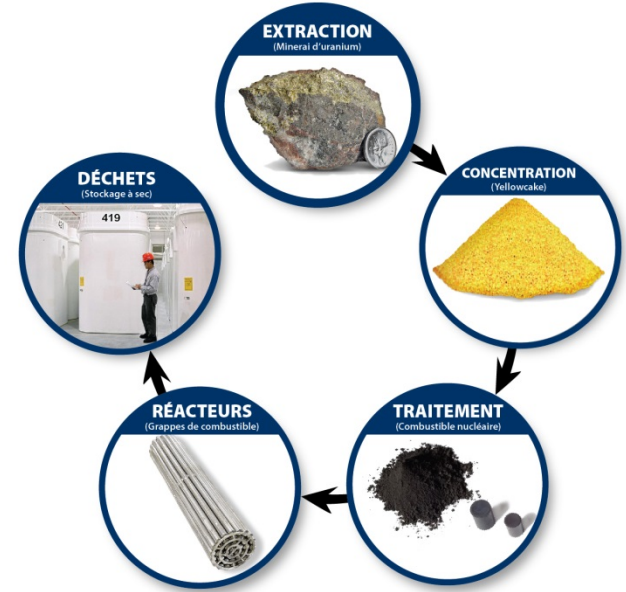
La philosophie de réglementation tient compte du risque et est axée sur la science



Installations réglementées par la CCSN

➤ La CCSN réglemente l'ensemble du cycle du combustible nucléaire au Canada – *du début à la fin.*

- Mines et usines de concentration d'uranium
- Fabrication et traitement de combustible d'uranium
- Centrales nucléaires
- Traitement des substances nucléaires
- Applications industrielles et médicales
- Recherche nucléaire et activités éducatives
- Transport de substances nucléaires
- Sécurité nucléaire et garanties
- Contrôles de l'importation et de l'exportation
- **Installations de gestion des déchets**



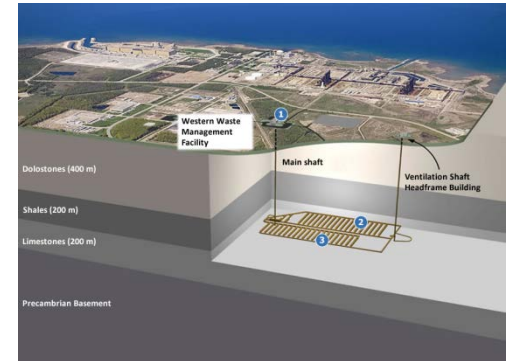


Défis futurs en matière de réglementation

- Le contexte de réglementation canadien comprend de nombreux projets qui sont nouveaux et qui nécessitent une surveillance réglementaire continue tout au long de leur cycle de vie.
- Ces installations seront nouvelles au Canada et comportent diverses caractéristiques et exigences uniques :
 - Nouveaux types de déchets
 - Nécessité d'un dossier de sûreté à long terme – 1Ma
 - Démonstration de l'isolement et du confinement
 - Évaluation rigoureuse du rendement
- Ces installations comprennent :
 - Installation de gestion des déchets près de la surface des LNC
 - Enfouissement du réacteur NPD
 - Déclassement de Whiteshell
 - DFGP d'OPG pour les DRFMA
 - Projet de GAP-DFGP pour le combustible nucléaire usé



Image conceptuelle de l'installation de gestion des déchets près de la surface proposée qui se situerait sur le site actuel des Laboratoires de Chalk River, en Ontario – Image : courtoisie des LNC



Concept théorique du dépôt dans des formations géologiques profondes d'OPG pour les DRFMA

Comment peut-on utiliser la spectrométrie de masse par accélérateur?



Applications réglementaires précédentes de la spectrométrie de masse par accélérateur

- Les applications portaient principalement sur la recherche dans le domaine de la réglementation et la caractérisation des sites
 - Caractérisation des déchets
 - Caractérisation des sites – sites et analogues naturels
 - Surveillance de l'environnement

Iodine-129 constraints on residence times of deep marine brines in the Canadian Shield

Dennis J. Bottomley Canadian Nuclear Safety Commission, 280 Slater Street, Ottawa, Ontario K1P 5S9, Canada
Robert Renaud Department of Earth Sciences, Ottawa-Carleton Geoscience Center, University of Ottawa, Ottawa, Ontario K1N 6N5, Canada
Tom Kotzer Atomic Energy of Canada Ltd., Chalk River Laboratories, Chalk River, Ontario K0J 1J0, Canada
Ian D. Clark Department of Earth Sciences, Ottawa-Carleton Geoscience Center, University of Ottawa, Ottawa, Ontario K1N 6N5, Canada

Partitioning of ^{127}I and ^{129}I in an unconfined glaciofluvial aquifer on the Canadian shield

By Nicolás G. Alvarado-Quiroz^{1,*}, Tom G. Kotzer^{2,3}, Gwen M. Milton⁴, Ian D. Clark³ and Dennis Bottomley⁵

¹ Department of Oceanography, Texas A&M University, 5007 Ave. U, Galveston, TX 77551, USA

² AECL-Chalk River Laboratories, Chalk River, Ontario, K0J 1J0, Canada

³ Department of Earth Sciences, Ottawa-Carleton Geoscience Centre, University of Ottawa, Ottawa, Ontario K1S 2E1, Canada

⁴ Milton Scientific, P.O. Box 459, Deep River, Ontario, K0J 1P0, Canada

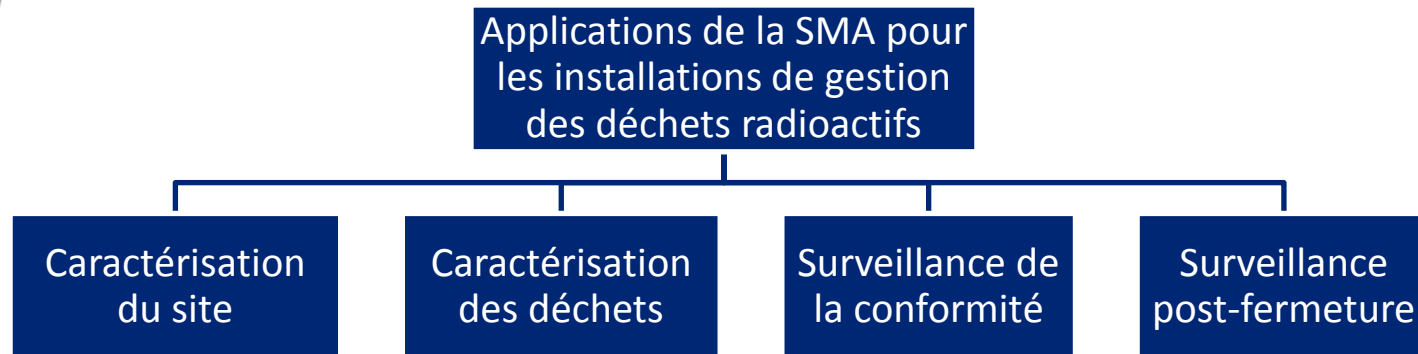
⁵ Canadian Nuclear Safety Commission, 280 Slater St. Ottawa, Ontario, K1P 5S9, Canada

(Received August 23, 2001; accepted in revised form March 19, 2002)

Technical Report

Title: *Radioisotopes in DGR Groundwater and Porewater*

Principales applications de la spectrométrie de masse par accélérateur



- **Élaboration du dossier de sûreté**
 - La SMA sera principalement utilisée par les responsables de la mise en œuvre pour appuyer l'élaboration du dossier de sûreté
- **Contribue à la préparation et à l'intervention en cas d'urgence**
 - La SMA peut retracer des isotopes rejetés accidentellement, comme ceux rejetés lors d'une fuite ou d'une situation d'urgence
- **Outil de contrôle des radionucléides**
 - La SMA a la capacité d'analyser des échantillons de petite taille dans toute une diversité de matrices environnementales
- **Recherche en réglementation**
 - La SMA offre un outil utile pour toute une gamme d'applications en géoscience en lien avec le traçage des rejets nucléaires provenant d'un DFGP

Caractérisation du site



- Une caractérisation approfondie du site des installations de déchets constitue un aspect essentiel du dossier de sûreté
 - La capacité du site à isoler et à confiner les déchets, préférablement avec des barrières passives, est essentielle

- La caractérisation de référence des paramètres clés à l'étape de l'évaluation environnementale est également essentielle afin de cerner les effets durant l'exploitation de l'installation – autant en surface qu'en profondeur

- Les données clés du dossier de sûreté d'un site comprennent ce qui suit :
 - provenance et âge des eaux souterraines
 - taux d'érosion et profondeurs
 - production in-situ de radionucléides
 - transport des radionucléides, etc.
 - mouvement et débits des fluides hydrothermaux – minéraux de remplissage des fractures

- Radionucléides d'intérêt : ^{14}C , ^{129}I , ^{36}Cl , ^{99}Tc , ^{81}Kr , ^{10}Be , ^{26}Al



Caractérisation des déchets radioactifs

- Les déchets radioactifs contiennent souvent des isotopes à période longue qui sont difficiles à analyser, plus particulièrement les DMA et les DHA
- Ces isotopes :
 - constituent souvent les plus grands contributeurs aux doses pendant toute la durée de vie du site et après sa fermeture
 - représentent souvent les limites de l'évaluation du rendement; une compréhension du terme source est donc un aspect essentiel du dossier de sûreté
- Il faut caractériser adéquatement le terme source des déchets pour pouvoir effectuer des évaluations du rendement adéquates, élaborer des critères d'acceptation des déchets et appuyer le dossier de sûreté
- Ces radionucléides clés sont : ^3H , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{135}Cs , ^{129}I , ^{99}Tc , ^{236}U , ^{93}Zr $^{240,241,242}\text{Pu}$, etc.

Surveillance de la conformité



- La surveillance environnementale des sites de déchets radioactifs est une exigence des permis de la CCSN
- Le titulaire de permis a la responsabilité de surveiller sa conformité aux exigences environnementales
- La CCSN exerce également une surveillance environnementale dans le cadre de son Programme indépendant de surveillance environnementale (PISE)
 - La CCSN prélève des échantillons d'aliments et d'éléments environnementaux
- Si une analyse SMA est nécessaire pour caractériser des radionucléides clés dans les déchets, alors la surveillance de la conformité pourrait cibler ces radio-isotopes pour s'assurer que l'environnement est protégé



Un employé de la CCSN prélève un échantillon d'eau dans le cadre du PISE



Surveillance post-fermeture

- La surveillance post-fermeture est requise dans toutes les installations de déchets autorisées par la CCSN
- La surveillance post-fermeture diffère de la surveillance de la conformité car elle débute une fois que l'installation a été déclassée et se poursuit sur une longue période de temps
- On échantillonne divers milieux de l'environnement et l'échantillonnage est informé par le dossier de sûreté et l'évaluation du rendement
- Les programmes de surveillance devraient comprendre les radio-isotopes identifiés comme importants dans la caractérisation des déchets et l'évaluation du rendement – p. ex. ^{129}I , ^{36}Cl



Avancements dans la technologie de la spectrométrie de masse par accélérateur



- Les avancements dans la technologie de la SMA ont une myriade d'applications réglementaires
- Plus particulièrement, les avancées technologiques apporteront un soutien aux applications réglementaires :
 - Séparation des isobares, p. ex. ^{36}Cl
 - SMA d'ions positifs
 - Sources d'ions gazeux et laser
 - Nouvelles matrices et méthodes de préparation des échantillons
 - Réduction des niveaux de fond sur l'équipement et dans la préparation des échantillons
- Les avancées permettront l'analyse de nouveaux isotopes dans les déchets et les réservoirs environnementaux



Système de SMA (3 mV)
installé au Complexe de
recherche avancée (CRA) de
l'Université d'Ottawa

Préparation et intervention en cas d'urgence



- Les titulaires de permis doivent déployer des efforts constants pour tenir à jour et améliorer leurs programmes de gestion des urgences nucléaires
- La CCSN dispose également d'un programme de gestion des urgences nucléaires qui pourrait profiter de la disponibilité de la SMA
- Les sources d'ions gazeux et laser pourraient offrir la capacité d'analyser rapidement des échantillons de radionucléides rejetés lors d'une situation d'urgence
- La capacité d'analyser des petits échantillons d'air, de sol et d'eau permet de détecter rapidement les rejets dans l'environnement pendant une intervention d'urgence
- Les isotopes d'intérêt clés (applicables à la SMA) incluent : ^{90}Sr , ^{129}I , ^3H , ^{14}C , $^{240,241,242,244}\text{Pu}$, etc.

Recherche en réglementation



- La recherche en cours et à venir dans le domaine de la réglementation continuera de porter sur les thèmes discutés
- Le traçage des rejets nucléaires globaux demeure un sujet d'intérêt pour la CCSN
- La recherche utilisant la spectrométrie de masse par accélérateur dans les domaines de l'analyse nucléo-légale et des garanties relève également de la CCSN

Conclusions



- La SMA a un rôle important à jouer dans la fourniture de services aux organismes de réglementation nucléaire; ce rôle ne fera qu'augmenter dans le futur
- La SMA s'applique à une vaste gamme d'installations de déchets, allant des dépôts en surface aux dépôts dans des formations géologiques profondes
- Ses applications englobent le cycle de vie des installations, de la caractérisation du site et des déchets, en passant par la surveillance de la conformité et la surveillance post-fermeture à long terme
- La SMA offre des avantages pour la préparation en cas d'urgence et le traçage des rejets accidentels, et il sera possible de tirer d'autres avantages des avancées technologiques de la SMA



Commission canadienne
de sûreté nucléaire

Canadian Nuclear
Safety Commission

Des questions?

Merci!

Canada

Participez et contribuez!



CANADA 150



Visitez-nous en ligne



Suivez-nous sur Facebook



Suivez-nous sur Twitter



Regardez notre chaîne YouTube



Abonnez-vous aux mises à jour



Communiquez avec nous