



Government  
of Canada

Gouvernement  
du Canada

Canada

# ***Évaluer les structures, les systèmes et les composants des installations nucléaires déclassées/en cours de déclassification au Canada***

Présenter à l'occasion de l'atelier sur la récupération de la Nuclear Regulatory Commission, les 7 et 8 mars 2017

Daniel Tello, agent principal de recherche, CCSN

Désiré Ndomba, spécialiste technique, CCSN

Karen Huynh, gestionnaire fédérale, Sciences et technologie, EACL



**CANADA 150**

# Aperçu

- Qui nous sommes
  - Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)
  - Énergie atomique du Canada Limitée (EACL)
- Projets et sources de récupération au Canada
  - Centrales nucléaires et réacteurs de recherche
    - ✓ Installation du réacteur nucléaire expérimental (NPD)
    - ✓ Centrale nucléaire de Gentilly-2 (G-2)
    - ✓ Réacteur national de recherche universel (NRU)
- Synthèse



# Commission canadienne de sûreté nucléaire

L'organisme de réglementation nucléaire du Canada depuis plus de 70 ans



- Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)
  - elle est établie en mai 2000 en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN)
  - elle remplace la Commission de contrôle de l'énergie atomique, qui a été créée en 1946 en vertu de la *Loi sur le contrôle de l'énergie atomique*
- Mission de la CCSN
  - réglementer l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de préserver **la santé, la sûreté et la sécurité** des Canadiens et de protéger **l'environnement**
  - respecter les **engagements 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** du domaine de l'énergie nucléaire



- EACL est la société d'État fédérale chargée de gérer les responsabilités relatives aux déchets radioactifs du Canada et de favoriser les sciences et les technologies nucléaires
- Dans le cadre d'une entente contractuelle avec la Canadian National Energy Alliance (CNEA), elle exécute son mandat de gérer et d'exploiter les Laboratoires Nucléaires Canadiens (LNC) aux termes d'un modèle d'organisme gouvernemental exploité par un entrepreneur (OGEE)
- EACL supervise l'exécution du programme fédéral de sciences et technologie nucléaires visant à appuyer les priorités et les responsabilités fondamentales du gouvernement dans des domaines comme la sûreté et la sécurité nucléaire, l'énergie, la santé et l'environnement
- Les LNC sont responsables de la gestion et de l'exploitation des Laboratoires et détiennent, en tant que titulaire de permis, les droits d'accès aux biens et à la propriété intellectuelle (PI) d'EACL

# Récupération de matériaux au Canada

## Pourquoi la récupération est-elle importante?

- De manière générale, les centrales nucléaires qui sont en cours d'exploitation ont été conçues et construites en fonction de principes conservateurs. Elles ont souvent des marges de sûreté restantes considérables. Dans le passé, les centrales nucléaires étaient généralement conçues en vue d'être exploitées durant 30 ans, mais cette durée passe maintenant à 60 ans.
- La récupération de matériaux des installations déclassées/en cours de déclasserment vise à évaluer les marges de sûreté restantes relatives à la condition physique des structures, des systèmes et des composants (SSC) dans les centrales nucléaires au moyen d'essais en vue de vérifier ou de valider la faisabilité technique de l'exploitation à long terme.

## Projets canadiens de récupération

- Le Canada compte actuellement deux projets de récupération dans deux domaines, et ce dans deux installations distinctes
  - Analyse des mécanismes de dégradation des câbles
  - Compréhension de la dégradation du béton

# *Installation du réacteur nucléaire expérimental (NPD)*

- Au Canada, l'installation du NPD de 20 MW a été la première à alimenter en électricité le réseau de distribution électrique d'Ontario Hydro
- Le réacteur a été mis à l'arrêt définitivement en 1988, après 25 ans d'exploitation
  - En 1991, la CCSN a financé un projet de recherche en collaboration avec Ontario Hydro sur la dégradation des gaines de câbles de l'installation du NPD de 20 MW
  - EACL mène actuellement un projet de recherche en vue d'analyser des échantillons de béton du NPD



# Compréhension de la dégradation du béton

## Contexte

- Le projet vise à combler les lacunes sur le plan de la connaissance nationale de la dégradation du béton dans les centrales nucléaires et appuiera les décisions réglementaires relatives à l'exploitation à long terme des réacteurs par les services publics canadiens et aux nouvelles technologies de réacteur, comme les petits réacteurs modulaires (PRM).

## Objectif du projet

- Évaluer la dégradation de carottes de béton

## État d'avancement

- Première année d'un projet trisannuel
- Sept carottes de béton reçues du NPD
- Techniques d'essai cernées pour l'évaluation de la dégradation

## Autres possibilités

- Béton provenant d'autres réacteurs déclassés au Canada, comme G-2, Douglas Point et le réacteur Whiteshell d'EACL à Pinawa (Manitoba)



# Centrale nucléaire de Gentilly-2 (G-2)

- La centrale nucléaire G-2 est dotée d'un réacteur CANDU-6 produisant 675 MWé qui a été définitivement mis à l'arrêt en 2012 après 29 ans d'exploitation
  - La CCSN et EACL/les LNC mènent actuellement un projet de recherche sur l'analyse des mécanismes de dégradation des gaines de câbles en raison du vieillissement dans une centrale nucléaire déclassée



# Projet de récupération de câbles de G-2

## Contexte

- Les propriétés des matériaux des câbles ayant vieilli en temps réel et dans des conditions d'exploitation réelles peuvent être considérablement différentes de celles d'échantillons de câbles vieilliss artificiellement en laboratoire, que les codes et les normes prennent en compte.

## Objectif du projet

- Évaluer la dégradation actuelle des câbles découlant du vieillissement dû à la chaleur et au rayonnement
- Valider les travaux de qualification environnementale

## État d'avancement

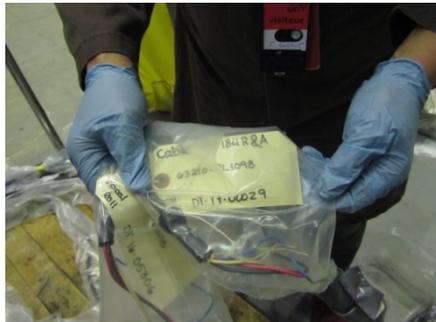
- Conditions environnementales révisées et câbles à récupérer choisis au réacteur de G-2/Hydro-Québec
- Observation récente par le personnel de la CCSN et d'EACL/des LNC de l'enlèvement d'échantillons de câbles à la centrale nucléaire G-2
- Récupération et essai prochains des échantillons afin d'améliorer les paramètres d'essais relatifs au vieillissement des câbles permettant d'en évaluer la condition



# Projet de récupération de câbles de G-2 (suite)

## Défis

- Plusieurs défis étaient associés au projet de récupération de câbles à G-2 :
  - L'enlèvement des échantillons de matériaux d'une centrale nucléaire déclassée ne constitue ni une activité de conformité ni une activité d'autorisation pour les titulaires de permis
  - L'accessibilité des dossiers relatifs aux analyses et aux essais (données, échantillons, etc.)
  - L'inaccessibilité ou la contamination des matériaux à enlever
  - Le coût des activités de recherche liées à ces matériaux



# Réacteur national de recherche universel (NRU)

- Le réacteur NRU est un réacteur nucléaire de recherche produisant 135 MWth bâti aux Laboratoires de Chalk River, en Ontario, et qui a atteint la criticité le 3 novembre 1957.
- Il a trois objectifs :
  - Fournir des isotopes industriels et médicaux servant au diagnostic et au traitement de maladies mortelles
  - Être un chef de file canadien de l'étude de la physique neutronique
  - Soutenir la R-D relative aux réacteurs de puissance CANDU®
- Après 50 ans ou ~270 000 heures d'exploitation, le réacteur NRU sera définitivement mis à l'arrêt en mars 2018.
- Le réacteur NRU contient un vaste éventail de matériaux et de composants, notamment :
  - matériaux structurels (aciers et autres alliages comportant du nickel, alliages de zirconium, aluminium, béton) et joints soudés
  - colonne thermique de graphite
  - équipement (y compris les pompes)
  - sceaux en graphite
  - câbles électriques
  - thermocouples



304 SS, ~1.6 dpa, 35 °C,  
~3.4x10<sup>26</sup> n/m<sup>2</sup> (E<0.625 eV)

# Récupération de matériaux du réacteur NRU

## Objectif du projet

- Mettre en place un stock de matériaux irradiés qui peuvent être récupérés au réacteur NRU déclassé
- Ce stock servira à évaluer les dommages liés à l'irradiation sur le rendement des matériaux et composants du cœur

## Avantages de la récupération de matériaux du réacteur NRU

- Évaluer les effets de l'irradiation sur le rendement et la dégradation de divers matériaux
  - vaste éventail de spectres de neutrons, de flux et de température
  - temps d'irradiation à l'échelle de la durée de vie des réacteurs de puissance
  - combinaison de conditions d'exploitation et d'exposition parfois onéreuse et difficile à obtenir dans le contexte des programmes d'essais
- Collaborer avec divers partenaires de l'industrie nucléaire internationale qui souhaitent également caractériser les effets de l'irradiation sur les matériaux
- Fournir de l'information aux groupes responsables du déclassement qui s'intéressent au stock de radionucléides du réacteur déclassé

## État d'avancement

- Projet d'un an qui débutera le 1<sup>er</sup> avril 2017

# Synthèse

- La compréhension de la dégradation due au vieillissement constitue un aspect important de la sûreté nucléaire des centrales vieillissantes.
- La R-D relative à la gestion de la durée de vie des matériaux des SSC est essentielle à l'exploitation sécuritaire et fiable des centrales nucléaires.
- Plusieurs installations nucléaires canadiennes sont propices à la récupération des SSC, par exemple :
  - Installation du NPD
  - G-2
  - Réacteur NRU
  - Douglas Point
  - Réacteur Whiteshell d'EACL



# Personnes-ressources



Daniel Tello  
Agent principal de recherche  
Courriel : [daniel.tello@canada.ca](mailto:daniel.tello@canada.ca)



Karen Huynh  
Gestionnaire fédérale, Sciences et technologie  
Courriel : [khuynh@aecl.ca](mailto:khuynh@aecl.ca)



Canadian Nuclear Laboratories | Laboratoires Nucléaires Canadiens

Gina Strati  
Directrice, Énergie  
Courriel : [gina.strati@cnl.ca](mailto:gina.strati@cnl.ca)



Désiré Ndomba  
Spécialiste technique  
Courriel : [desire.ndomba@canada.ca](mailto:desire.ndomba@canada.ca)



Canadian Nuclear Laboratories | Laboratoires Nucléaires Canadiens

Lori Walters  
Ingénieure principale en R-D mécanique  
Courriel : [lori.walters@cnl.ca](mailto:lori.walters@cnl.ca)

*Des questions?*



**Merci!**