

Améliorer les connaissances sur les impacts environnementaux et les déchets des opérations de PRM pour soutenir les activités du Plan d'action pancanadien des PRM

D. Rowan¹, X. Wang², S. Nguyen², L. Merlo-Sosa³, K. Choi³, S. Chester¹, G. Xu³, P. Neal⁴
¹Science de l'environnement, ²Physique appliquée, ³Génie chimique, ⁴Science des matériaux

PROJET

Lacunes de connaissances

1. Possibles nouveaux flux de déchets pour les administrations canadiennes
2. Nouveaux radionucléides qui ne sont pas bien étudiés dans les écosystèmes canadiens

Objectifs

- Paramètres d'évaluation du risque écologique et du risque pour la santé humaine venant des petits réacteurs modulaires (PRM) dans l'environnement canadien.
- Estimations des flux de déchets de faible et de moyenne activité (LILW) provenant de l'opération de PRM, du cycle de combustible et du déclassé
- Stratégie visant les déchets de graphite
- Options de traitement et de stabilisation du combustible de PRM

Alignement

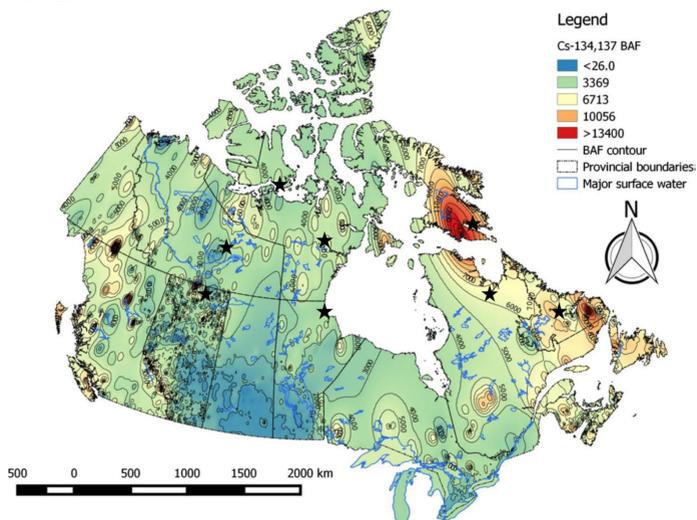
Alignement à la priorité gouvernementale du défi d'électrifier les collectivités hors réseau et de contribuer à la réduction des émissions de CO₂ au Canada.

Intervenants RNCAN, CCSN, ECCS, Santé Canada

ÉTUDES D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Planifier la recherche dans l'Arctique (an 1)

La planification de la recherche en terrain arctique à l'été 2021 est en cours, à partir des résultats de Brinkmann et Rowan (2018) pour les écosystèmes aquatiques comme modèle de risque écologique et de sélection de sites. Les sites préliminaires de 2021 sont identifiés par des étoiles noires.



- Les zones à haut risque comprennent le sud de l'île de Baffin, la baie d'Ungava et l'est du Labrador. Les zones à risque modéré comprennent le lac Baker, le lac des Esclaves (TNO) et Churchill (MN) et à risque faible, Cambridge Bay et le parc national Wood Buffalo
- Un plan de recherche provisoire a été présenté à l'Institut de recherche du Nunavut en juin (**jalon, juin 2019**). Une proposition finale visant à obtenir un permis de recherche sera transmise après l'approbation par la collectivité (Iqaluit, Cambridge Bay et lac Baker)
- Les permis ne sont pas requis pour Churchill (MN), le Labrador, la baie d'Ungava et le parc national Wood Buffalo.
- Pour le lac des Esclaves, il faut un permis de recherche délivré par les Territoires du Nord-Ouest.

FILIÈRE DES DÉCHETS

Calculer les flux de déchets par activation neutronique (an 1)

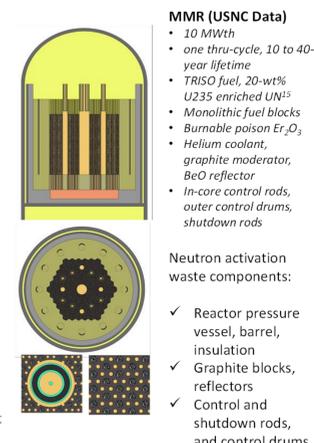
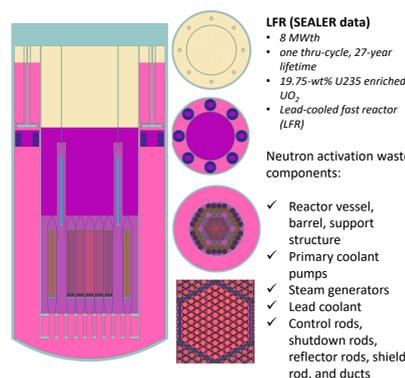
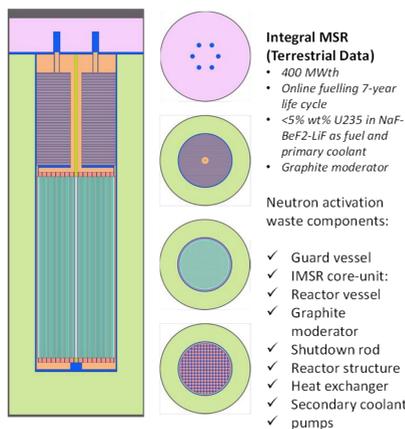
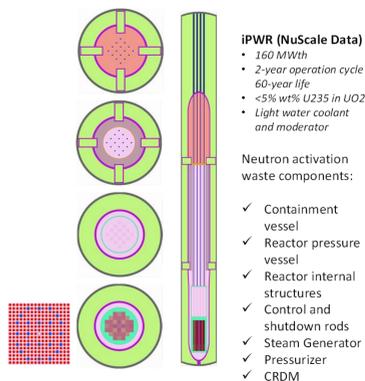
Calculs de l'activation neutronique pour déterminer les flux de déchets de cinq technologies de PRM :

1. Réacteur refroidi par eau à pression intégrale (iPWR)
2. Réacteurs haute température refroidis au gaz (RHTRG)
3. Réacteur à sel fondu (RSF)
4. Réacteur rapide refroidi au plomb (RNR-Pb)
5. Réacteur rapide refroidi au sodium (RNR-Na)

Méthodologie d'activation neutronique :

Coupler les flux et le spectre neutroniques avec les réactions et la désintégration nucléaires

1. Flux et spectre neutroniques SERPENT v.2 : code de transport de particules Monte-Carlo à énergie continue en 3D
2. Activités de concentrations d'isotopes temporelles: ORIGEN (Oak Ridge Isotope Generation code) v2.2 sur la transmutation neutronique, la fission et la désintégration



Collecte de données des composantes du réacteur primaire et modèles physiques développés (voir les figures) pour 4 des 5 types de réacteurs à modéliser.

Les calculs sont commencés pour déterminer l'inventaire de déchets par activation neutronique.

(livrable, mars 2020)

Inventaire des déchets de graphite

La littérature sur les technologies de traitement des déchets de graphite est en cours d'examen pour déterminer les inventaires de déchets, les caractéristiques et les technologies de recyclage.

- 250 000 tonnes de graphite irradié.
- L'activation des atomes dans la structure du graphite comprend C-14, Cl-36 (longue vie) et H-3, Co-60 (courte vie). L'activation des atomes déposés sur la surface de graphite sera C-14.
- Il y a possibilité de future réutilisation du graphite pour les RHTRG et les PRM intégral.

(jalon, déc. 2019)

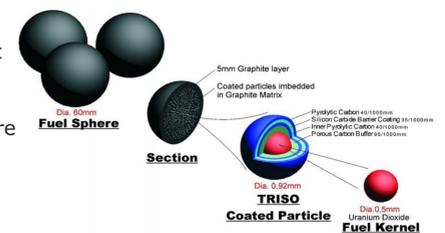
ÉLIMINATION DU COMBUSTIBLE ET DÉCHETS PRODUITS PENDANT LE CYCLE DE VIE

Étude de l'élimination du combustible et des déchets du cycle de vie (an 1)

- L'élimination des déchets et les déchets générés pendant le cycle de vie des PRM sont étudiés, y compris l'étude de traitement à sec des combustibles de réacteur de recherche, le combustible usé et les technologies d'élimination de déchets de haut niveau et les possibles méthodes de traitement des types de combustibles usés.

RHTRG^b

- Entreposage direct de TRISO
- Encapsulation de TRISO dans le verre



RSF^{b,c}

- Procédé électrometallurgique de stabilisation
- Combustibles du réacteur CNL
- Conversion des fluides métalliques et carbonés en oxydes

Species	Units	Value
LiF	mole%	64.1 ± 1.1
BeF2	mole%	30.0 ± 1.0
ZrF4	mole%	5.0 ± 0.19
UF4	mole%	0.809 ± 0.024
Cr	Ppm (by mass)	64 ± 13 (range 35-80)
Fe	Ppm (by mass)	130 ± 45
Ni	Ppm (by mass)	67 ± 67

PROCHAINES ÉTAPES (années futures)

Études d'impact environnemental

- Échantillon du sol, des plantes et de l'eau utilisés par la faune et les personnes dans les régions subarctiques et arctiques au Canada pour évaluer le transfert de radionucléides de sol à plante.
- Mesure de la dispersion dans les zones marines côtières de l'Arctique canadien pour les modèles de transport et de devenir des radionucléides
- Élaboration d'approches nationales pour l'évaluation du risque écologique et du risque pour la santé humaine au Canada attribuables au déploiement de PRM
- Identification des régions résilientes et des régions vulnérables, des écosystèmes et des cheminements des divers types de PRM

Filières des déchets

- Améliore les estimations de génération de LILW des PRM
- Étudier les défis de gestion des déchets LILW et les exigences d'élimination dans le plan pancanadien, y compris l'élaboration d'une stratégie de recyclage des déchets de graphite.

Élimination du combustible et déchets du cycle de vie

- Recherche et étude des caractéristiques du combustible usé et des technologies d'élimination Collecte et résumé des données sur les déchets du cycle de vie
- Identification de possibles méthodes de traitement et élaboration de plans de futurs travaux expérimentaux
- Lancement de recherche sur les méthodes de conversion du combustible usé de PRM en forme de combustible convenant pour l'élimination dans un dépôt de la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN).

Références

- Gouvernement du Canada, Régie de l'énergie du Canada, Aperçu du marché : Le défi d'électrifier les collectivités hors réseau au Canada, <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/marches-energetiques/aperçu-marches/2018/aperçu-marche-defi-electrifier-collectivites-hors-reseau-canada.html>
- Compere, E.L.; et al. Fission product behavior in the Molten Salt Reactor Experiment, Oak Ridge National Laboratory Report No. ORNL-4865, 1975
- IAEA Advanced Reactors Information System, <https://aris.iaea.org/sites/MSR.html> (consulté le 15/8/2019)

