



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

**Dr. Nada Abdullah Alomairy**

Jazan University (Saudi Arabia)

**Co-Authors / Co-auteurs**

Dareen Hadi, Amna Al-Zaid, Rawan Fasikh, Raneem Arif, Rawan Al-Hazmi, Ali kharizy, Ali Alyami, Ahmed Hummdy, and Nasser Shubayr: Jazan University (Saudi Arabia)

## **Evaluation of the Entrance Surface Doses (ESD) for common diagnostic**

**Objective:** The purpose of this study was to assess the Entrance Skin Dose (ESD) in patients undergoing multiple types of radiographic examinations across three hospitals in Saudi Arabia.

**Methods:** The patient ESD was estimated directly using optically stimulated luminesces (OSL) and indirectly using a survey meter and calculations for 100 adult patients undergoing common diagnostic X-ray examinations, including a posterior anterior chest, posterior anterior hand, anterior posterior foot, and anterior posterior knee examinations, in three hospitals in Saudi Arabia. Comparative analysis with national and international reference values was conducted.

**Results:** Our analyses revealed considerable heterogeneity in X-ray exposure parameters among the hospitals. The mean ESD values for the chest examination were  $0.28 \pm 0.13$  mGy for the direct method and  $0.19 \pm 0.11$  mGy for the indirect method. Hand examination using the direct method resulted in a mean ESD of  $0.42 \pm 0.15$  mGy, while the indirect method yielded  $0.23 \pm 0.06$  mGy.

## **Évaluation des doses d'entrée à la surface pour des examens typiques de radiographie diagnostique**

**Objectif:** Le but de cette étude était d'évaluer les doses d'entrée à la peau (DEP) chez des patients subissant plusieurs types d'examens radiographiques dans trois hôpitaux de l'Arabie saoudite.

**Méthodes :** La DEP des patients a été évaluée directement à l'aide de techniques de luminescence stimulées optiquement (LSO) et indirectement à l'aide d'un radiamètre et en calculant les doses pour cent patients adultes subissant des examens radiologiques diagnostiques courants, y compris un thorax antérieur postérieur, une main antérieure postérieure, un pied antérieur postérieur et un examen du genou antéro-postérieur, dans trois hôpitaux en Arabie saoudite. Des analyses comparatives avec les valeurs de référence nationales et internationales ont été réalisées.

**Résultats :** Nos analyses ont révélé des paramètres d'exposition au rayonnement très variables entre les hôpitaux. Les valeurs moyennes de la DEP pour l'examen thoracique étaient de  $0,28 \pm 0,13$  mGy pour la méthode directe et de  $0,19 \pm 0,11$  mGy pour la



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Remarkably, the ESD values in most cases exceeded national and international guidelines, with the knee examination ESD using the direct and indirect methods showing an alarming value of  $1.54 \pm 0.31$  mGy and  $1.18 \pm 0.21$  mGy, respectively. The correlation between direct ESD, indirect ESD showed a strong positive correlation exists between direct ESD and Indirect ESD ( $r = 0.8$ ,  $p < 0.001$ ).

Conclusion: The study highlights the urgent need for standardized protocols and quality control measures across radiographic facilities in Saudi Arabia. The elevated ESD values signify a critical issue that requires immediate attention to minimize patient radiation exposure while maintaining diagnostic image quality. Quality control tests and adjustments in examination parameters are strongly advised.

méthode indirecte. Les valeurs pour les mains utilisant la méthode directe ont donné une DEP moyenne de  $0,42 \pm 0,15$  mGy, tandis que la méthode indirecte a donné une DEP moyenne de  $0,23 \pm 0,06$  mGy.

Étonnamment, dans la plupart des cas les valeurs de la DEP dépassaient les valeurs de références nationales et internationales pour l'examen du genou, avec des valeurs de DEP montrant des valeurs préoccupantes de  $1,54 \pm 0,31$  mGy (méthode directe) et  $1,18 \pm 0,21$  mGy (méthode indirecte). La corrélation entre la DEP par méthode directe et la DEP par méthode indirecte a montré qu'il existe une forte corrélation positive entre les deux valeurs ( $r = 0,8$ ,  $p < 0,001$ ).

Conclusion : L'étude met en évidence le besoin urgent de protocoles normalisés et des mesures de contrôle de qualité dans les installations radiographiques en Arabie saoudite. Les valeurs de DEP élevées représentent un problème majeur qui nécessite une attention immédiate pour minimiser l'exposition au rayonnement des patients tout en maintenant une image diagnostique de qualité. Des tests de contrôle de la qualité et des ajustements au niveau des paramètres d'examen sont fortement recommandés.

**Dr. John Paul Archambault**

National Research Council Canada

**Neutron Standards and Calibration Services at the National  
Research**

**Étalons de mesure et services de calibration pour les neutrons au  
Conseil national de recherches du Canada**



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Neutron radiation is present in many laboratories and workplaces throughout Canada, such as nuclear power stations or radiation therapy clinics. Because radiation safety is of utmost importance to all users of these facilities, the National Research Council of Canada (NRC) offers a service to calibrate neutron survey meters. Neutron survey meters measure the ambient equivalent dose due to neutron radiation fields and are typically composed of a thermal neutron detector surrounded by a polyethylene shell. The shell is designed to moderate the neutron field, slowing down fast neutrons for detection in the thermal neutron counter.

Neutron survey meters are calibrated at the NRC in a low-scatter laboratory using a well-characterised americium-beryllium (AmBe) neutron source. The large laboratory minimizes the effects of air- and room-scattered neutrons and enables the determination of a calibration coefficient which is independent of the facility characteristics.

The presentation will cover the production of neutron radiation by an AmBe source and how the NRC determines the output of its neutron sources used in the survey meter calibrations. The unique, low-scatter neutron facility will also be described. This will be followed by a summary of how typical neutron survey meters are designed to work and an outline of the strategies and procedures the NRC uses during calibrations. Finally, the information typically found in a calibration report will be provided. The NRC calibration procedures adhere to ISO-8529:

Les rayonnements neutroniques sont présents dans plusieurs laboratoires et lieux de travail partout au Canada, tels les centrales nucléaires et les centres de traitement contre le cancer. Comme la radioprotection est de la plus haute importance pour le personnel de ces installations, le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) offre le service d'étalonnage des détecteurs à neutrons. Les détecteurs à neutrons mesurent la dose équivalente ambiante produite par des champs de neutrons et sont typiquement composés d'un détecteur de neutrons thermiques inséré dans une coquille de polyéthylène. La coquille est conçue de manière à modérer le champ de neutrons en ralentissant les neutrons rapides et ainsi pouvoir les détecter à l'aide du compteur à neutrons thermiques.

Les détecteurs à neutrons sont étalonnés au laboratoire de faible dispersion du CNRC à l'aide d'une source de neutrons bien caractérisée d'américium-béryllium (AmBe). Le vaste laboratoire minimise la dispersion des neutrons dans l'air et dans la pièce et permet de déterminer le coefficient d'étalonnage indépendamment des caractéristiques physiques de l'installation.

Dans cette présentation, nous aborderons la production de rayonnement neutronique par une source AmBe et expliquerons comment le CNRC détermine le taux d'émission de ces sources de neutrons utilisées pour l'étalonnage des appareils de détection. Nous décrirons également le laboratoire de faible dispersion, un endroit unique. Nous résumerons ensuite le



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Neutron Reference Radiations Fields, the documents which guide the strategies for calibrating neutron survey meters and throughout the presentation, particular sections of the ISO-8529 documents will be highlighted by subject for easy reference.

fonctionnement de détecteurs à neutrons typiques et soulignerons les stratégies et procédures utilisées par le CNRC lors des étalonnages. Finalement, nous préciserons les informations qu'on retrouve habituellement dans les rapports d'étalonnage. La procédure d'étalonnage du CNRC est conforme à la norme ISO-8529 : Champs de rayonnement neutronique de référence, document qui guide la stratégie d'étalonnage des détecteurs à neutrons. Au cours de la présentation, certaines sections particulières du document ISO-8529 seront identifiées par sujets pour fins de référence.

**Francis Arnaldo**

Ontario Tech University

## **Joint Emergency Response Exercise involving Ontario Tech University's**

Neutron radiation is present in many laboratories and workplaces throughout Canada, such as nuclear power stations or radiation therapy clinics. Because radiation safety is of utmost importance to all users of these facilities, the National Research Council of Canada (NRC) offers a service to calibrate neutron survey meters. Neutron survey meters measure the ambient equivalent dose due to neutron radiation fields and are typically composed of a thermal neutron detector surrounded by a polyethylene shell. The shell is designed to moderate the neutron field, slowing down fast neutrons for detection in the thermal neutron counter.

## **Exercice d'urgence conjoint impliquant l'installation d'irradiation nucléaire de l'Université Ontario Tech et l'unité spéciale en**

Les rayonnements neutroniques sont présents dans plusieurs laboratoires et lieux de travail partout au Canada, tels les centrales nucléaires et les centres de traitement contre le cancer. Comme la radioprotection est de la plus haute importance pour le personnel de ces installations, le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) offre le service d'étalonnage des détecteurs à neutrons. Les détecteurs à neutrons mesurent la dose équivalente ambiante produite par des champs de neutrons et sont typiquement composés d'un détecteur de neutrons thermiques inséré dans une coquille de polyéthylène. La coquille est conçue de manière à modérer le champ de neutrons en



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Neutron survey meters are calibrated at the NRC in a low-scatter laboratory using a well-characterised americium-beryllium (AmBe) neutron source. The large laboratory minimizes the effects of air- and room-scattered neutrons and enables the determination of a calibration coefficient which is independent of the facility characteristics.

The presentation will cover the production of neutron radiation by an AmBe source and how the NRC determines the output of its neutron sources used in the survey meter calibrations. The unique, low-scatter neutron facility will also be described. This will be followed by a summary of how typical neutron survey meters are designed to work and an outline of the strategies and procedures the NRC uses during calibrations. Finally, the information typically found in a calibration report will be provided. The NRC calibration procedures adhere to ISO-8529: Neutron Reference Radiations Fields, the documents which guide the strategies for calibrating neutron survey meters and throughout the presentation, particular sections of the ISO-8529 documents will be highlighted by subject for easy reference.

ralentissant les neutrons rapides et ainsi pouvoir les détecter à l'aide du compteur à neutrons thermiques.

Les détecteurs à neutrons sont étalonnés au laboratoire de faible dispersion du CNRC à l'aide d'une source de neutrons bien caractérisée d'américium-béryllium (AmBe). Le vaste laboratoire minimise la dispersion des neutrons dans l'air et dans la pièce et permet de déterminer le coefficient d'étalonnage indépendamment des caractéristiques physiques de l'installation.

Dans cette présentation, nous aborderons la production de rayonnement neutronique par une source AmBe et expliquerons comment le CNRC détermine le taux d'émission de ces sources de neutrons utilisées pour l'étalonnage des appareils de détection. Nous décrirons également le laboratoire de faible dispersion, un endroit unique. Nous résumerons ensuite le fonctionnement de détecteurs à neutrons typiques et soulignerons les stratégies et procédures utilisées par le CNRC lors des étalonnages. Finalement, nous préciserons les informations qu'on retrouve habituellement dans les rapports d'étalonnage. La procédure d'étalonnage du CNRC est conforme à la norme ISO-8529 : Champs de rayonnement neutronique de référence, document qui guide la stratégie d'étalonnage des détecteurs à neutrons. Au cours de la présentation, certaines sections particulières du document ISO-8529 seront identifiées par sujets pour fins de référence.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

**Austin Atkins**

University of Calgary

**Co-Authors / Co-auteurs**

Dustin D. Pearson, John M. Danforth and Dr. Aaron A. Goodarzi: University of Calgary

## **POSTER**

### **Investigating genetic dependencies of the alpha particle-induced DNA damage response**

Globally, millions carry germline gene variants linked to elevated cancer risk and display inter-individual DNA repair capacity differences. Many gene variants correlated with primary lung cancer risk cluster to DNA damage signaling, mutagenic lesion repair, and oxidative stress responses. Radioactive, alpha particle-emitting radon gas is environmentally prevalent, and is the main cancer trigger for 16% of all lung cancer incidences in Canada. Ionizing radiation can cause serious health effects depending on dose and linear energy transfer. Compared to low linear energy transfer photon radiation such as X-rays and gamma rays, higher linear energy transfer alpha particles from radon produce more complex DNA damage. Understanding cellular responses to alpha radiation, including DNA repair, cell cycle checkpoints, oxidative stress responses, and genetic modifiers of cell fate, is essential to define populations who are innately vulnerable to cancer following radon exposure, and to define why alpha particles are more disease causing per dose relative to photon radiation. Technological limitations within a standard biomedical laboratory to deliver alpha particles repetitively, in low doses, in a high throughput manner has constrained research on this topic. This is problematic, as health protection risk models are being built on data derived from high dose

## **AFFICHE**

### **Investigation des dépendances génétiques de la réponse aux dommages de l'ADN induits par les particules alpha**

Dans le monde, des millions d'individus sont porteurs de variantes génétiques germinales associées à un risque élevé de cancer et présentent des différences interindividuelles de capacité de réparation de l'ADN. Plusieurs variantes génétiques associées au risque primaire de cancer pulmonaire sont liées au signalement des dommages à l'ADN, à la réparation des lésions mutagènes et à la réponse au stress oxydatif. Le radon radioactif, qui émet des particules alpha, est présent dans l'environnement et constitue la cause principale du déclenchement de 16 % des cas de cancer pulmonaire au Canada. Les rayonnements ionisants peuvent avoir de graves effets sur la santé en fonction de la dose et du transfert linéaire d'énergie. Par rapport aux rayonnements photoniques à faible transfert linéaire d'énergie comme les rayons X et les rayons gamma, les particules alpha à transfert linéaire d'énergie plus élevé provenant du radon produisent des dommages plus complexes à l'ADN. La compréhension des réponses cellulaires aux rayonnements alpha incluant la réparation de l'ADN, les points de contrôles du cycle cellulaire, les réponses au stress oxydatif et les modificateurs génétiques des cellules est essentielle pour définir les populations qui sont naturellement vulnérables au cancer après une exposition au radon et pour déterminer pourquoi les particules alpha



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

photon radiation studies that have ambiguous relevance to low dose particle radiation. Using an inexpensive 96-well plate-compatible alpha particle irradiator invented in the Goodarzi lab, able to deliver adjustable, low milligray per second doses to cells, historical difficulties barring study of the genetic requirements and DNA damaging properties of alpha particles have been alleviated. I will present unpublished data on human DNA damage responses to alpha radiation in the context of cell cycle checkpoints, DNA repair, and clonogenic survival of normal tissue-derived cells. Our goal is to understand genetic dependencies and molecular pathways contributing to alpha particle radiation-associated mutagenicity.

causent plus de maladies par dose par rapport aux rayonnements photoniques. Les limites technologiques d'un laboratoire biomédical régulier à livrer des particules alpha à répétition, à faible dose et à haut débit ont limité la recherche sur ce sujet. Cette situation est problématique, car les modèles de risques pour la protection de la santé sont construits sur des données issues d'études sur les rayonnements photoniques à forte dose dont la pertinence aux rayonnements de particules à faible dose est ambiguë. En utilisant un irradiateur de particules alpha peu coûteux compatible avec des plaques à 96 puits inventé dans le laboratoire de Goodarzi et capable d'administrer des doses réglables de quelques milligrays par seconde aux cellules, les difficultés historiques qui empêchaient l'étude des exigences génétiques et des propriétés des particules alpha qui endommagent l'ADN ont pu être surmontées. Je présenterai des données non publiées sur les réponses aux dommages causés à l'ADN humain par les rayonnements alpha dans le contexte des points de contrôle du cycle cellulaire, de la réparation de l'ADN et de la survie clonogénique de cellules dérivées de tissus normaux. Notre objectif est de comprendre les dépendances génétiques et les voies moléculaires contribuant à la mutagénicité associée aux rayonnements alpha.

**Dr. Maia Avtandilashvili**

Washington State University

**Co-Authors / Co-auteurs**

Sergey Y. Tolmachev, Washington State University

**Uranium content, distribution, and biokinetics in human body: USTUR**

**Contenu, distribution et biocinétique de l'uranium dans le corps**



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## studies

Since 1968, the United States Transuranium and Uranium Registries (USTUR) has followed up occupationally-exposed individuals (volunteer tissue donors) by studying biokinetic and dosimetry of actinide elements. The USTUR currently holds data and tissue samples from six whole- and 38 partial-body donors with occupational uranium intakes. In this study, uranium tissue concentrations, body distribution, and biokinetics were compared between a group of individuals (two males and one female) with occupational exposure to uranium and a group with chronic environmental-only intakes (three males).

Of three occupationally-exposed individuals, one had chronic inhalation intake of uranium oxide with natural composition, another had acute inhalation of slightly enriched  $UF_6$ , and the third (female) had both chronic and acute inhalation of highly enriched  $U_3O_8$ . For all six individuals, the skeleton was a major deposition site where  $55 \pm 17\%$  of systemic uranium was retained at the time of death. The geometric mean concentration in the skeleton was  $4.1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  with a geometric standard deviation of 1.7. Systemic uranium was equally distributed between the skeleton and soft tissues. For five male cases, uranium content in systemic organs followed the pattern: skeleton  $\gg$  spleen  $\approx$  kidneys  $>$  liver  $\approx$  brain  $>$  heart  $\approx$  thyroid. For a single female case, the pattern was: skeleton  $\gg$  brain  $\approx$  kidneys  $>$  heart  $\approx$  liver  $>$  thyroid  $\approx$  spleen. For  $U_3O_8$  inhalation, approximately 40% of occupational uranium was still retained in the skeleton, followed by the kidneys ( $\sim 30\%$ ), and the brain and liver ( $\sim 10\%$ ) 31 years after exposure. For  $UF_6$  inhalation, 65 years post-intake, approximately 40% of occupational uranium was retained in the brain, followed by the liver ( $\sim 26\%$ ), and the skeleton ( $\sim 21\%$ ) and kidneys ( $\sim 7\%$ ).

## humain : études du USTUR

Depuis 1968, les Registres des transuraniens et de l'uranium des États-Unis (USTUR, en anglais) ont fait le suivi des individus (donneurs de tissus bénévoles) ayant été exposés au travail en étudiant la biocinétique et la dosimétrie des éléments actinides. Le USTUR maintient des données et des échantillons de tissus de six corps complets et de 38 corps partiels provenant de travailleur·euse·s ayant incorporé de l'uranium au travail. Dans cette étude, les concentrations d'uranium dans les tissus, la distribution dans le corps, et la biocinétique ont été comparées à celles d'un groupe d'individus (deux hommes et une femme) avec une exposition à l'uranium au travail et à celles d'un groupe d'individus (trois hommes) avec des incorporations chroniques environnementales uniquement.

Sur les trois personnes exposées professionnellement, l'une d'elles a inhalé de façon chronique de l'oxyde d'uranium de composition naturelle, une autre a inhalé de façon aiguë de l' $UF_6$  faiblement enrichi et la troisième (femme) a inhalé à la fois de façons chronique et aiguë de l' $U_3O_8$  hautement enrichi. Le squelette était un site important de déposition pour les six individus où  $55 \pm 17\%$  de l'uranium systémique y était retenu au moment du décès. La concentration moyenne géométrique dans le squelette était  $4,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  avec un écart-type géométrique de 1,7. L'uranium systémique était distribué également entre le squelette et les tissus mous. Pour les cinq hommes, le contenu en uranium dans les organes systémiques suivait la tendance suivante : squelette  $\gg$  reins  $>$  foie  $\approx$  cerveau  $>$  cœur  $\approx$  thyroïde. Pour la seule femme, la tendance était : squelette  $\gg$  cerveau  $\approx$  reins  $>$  cœur  $\approx$  foie  $>$  thyroïde  $\approx$  rate. Pour l'inhalation du  $U_3O_8$ , environ 40 % de l'uranium inhalé au travail était encore retenu dans le squelette, suivi





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

par les reins (~30 %), le cerveau et le foie (~10 %), et ce, 31 ans après l'exposition. Pour l'inhalation du UF<sub>6</sub>, 65 années après l'incorporation, environ 40 % de l'uranium provenant de l'incorporation au travail était retenu dans le cerveau, suivi par le foie (~26 %), le squelette (~21 %) et les reins (~7 %).

**Matthew Bernacci**

University Health Network

**Co-Authors / Co-auteurs**

Gina Capone, University Health Network

## **Experiences from a High Dose I-131 Trial at University Health Network**

As the largest health research organization in Canada, the University Health Network has attracted many clinical trials in the promising field of targeted Theranostics. One such trial is presented here, highlighting the unique challenges of a high dose I-131 therapy study where administration and inpatient stay occurred in a hospital ward without intended radioisotope design considerations. The study involving an I-131 radiopharmaceutical (mean therapy activity of 600 mCi), required multidisciplinary collaborations between oncologists, nurses, nuclear medicine, radiation safety, trial sponsors, and various other support staff. Due to the administered activity amounts and lack of a dedicated shielded inpatient room, portable lead shields of 1/4" and 1" thickness were implemented. Dose and contamination considerations to caregivers, staff, and other members of the

## **Expériences acquises d'un essai à dose élevée d'iode 131 au University Health Network**

As the largest health research organization in Canada, the University Health Network has attracted many clinical trials in the promising field of targeted Theranostics. One such trial is presented here, highlighting the unique challenges of a high dose I-131 therapy study where administration and inpatient stay occurred in a hospital ward without intended radioisotope design considerations. The study involving an I-131 radiopharmaceutical (mean therapy activity of 600 mCi), required multidisciplinary collaborations between oncologists, nurses, nuclear medicine, radiation safety, trial sponsors, and various other support staff. Due to the administered activity amounts and lack of a dedicated shielded inpatient room, portable lead shields of 1/4" and 1" thickness were implemented. Dose and contamination considerations to caregivers, staff, and other members of the



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

public were evaluated. An inpatient stay of several days was required for medical monitoring, and radioactive isolation to minimize exposures to others. Contamination and access controls were established, and exposures to surrounding areas assessed. Doses received by staff directly involved in patient care were tracked to verify they remained below applicable dose limits. Several training sessions were offered to a large pool of hospital staff, the majority having limited experience with radioactive patients. In addition to licensing the patient room, a small research lab was commissioned as a nuclear medicine hot lab. This presentation will describe the process from licensing of new locations, training of staff, room preparation, administration, patient stay, waste management, and final release/clearance.

public were evaluated. An inpatient stay of several days was required for medical monitoring, and radioactive isolation to minimize exposures to others. Contamination and access controls were established, and exposures to surrounding areas assessed. Doses received by staff directly involved in patient care were tracked to verify they remained below applicable dose limits. Several training sessions were offered to a large pool of hospital staff, the majority having limited experience with radioactive patients. In addition to licensing the patient room, a small research lab was commissioned as a nuclear medicine hot lab. This presentation will describe the process from licensing of new locations, training of staff, room preparation, administration, patient stay, waste management, and final release/clearance.

**Cody Cuthill**

NormTek Radiation Services

## **NORM in the Oil and Gas Industry**

As awareness to human exposure to Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) grows, radiation protection and NORM waste management guidance is necessary to protect workers, the public and the environment from the hazards presented by radionuclides of natural origin. Radon Gas was first identified in the Canadian Oil and Gas Industry in 1904 during research on petroleum reserves and its uses at the time. However, it wasn't until 1988 that NORM came under regulatory

## **Les MRN dans l'industrie du pétrole et du gaz**

As awareness to human exposure to Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) grows, radiation protection and NORM waste management guidance is necessary to protect workers, the public and the environment from the hazards presented by radionuclides of natural origin. Radon Gas was first identified in the Canadian Oil and Gas Industry in 1904 during research on petroleum reserves and its uses at the time. However, it wasn't until 1988 that NORM came under regulatory



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

oversight when Lionhead Engineering and Consulting Ltd. identified NORM impacted tubing during a routine well abandonment in Alberta. Jurisdiction over control of exposures of NORM to workers and members of the public and NORM management authorizations rests with each Canadian Province or Territory. Industries seeking advice on the management of NORM would seek this advice from the relevant Occupational Health and Safety Regulators or Environmental Protection Regulators. This advice has traditionally been given on an ad hoc basis as regulations surrounding NORM have not been developed. Canada has adopted the recommendations of the International Atomic Energy Agencies (IAEA) and developed Canadian NORM Guidelines. However, the principles and practices have not been well understood and have been difficult for non-radiation professionals to understand without the development of formal regulations. This has resulted in inconsistent handling practices within different industry sectors and between provinces. This paper outlines how NORM waste is formed, managed and disposed, within the Oil and Gas Industry to meet the recommendations of the IAEA and Canadian NORM Guidelines.

oversight when Lionhead Engineering and Consulting Ltd. identified NORM impacted tubing during a routine well abandonment in Alberta. Jurisdiction over control of exposures of NORM to workers and members of the public and NORM management authorizations rests with each Canadian Province or Territory. Industries seeking advice on the management of NORM would seek this advice from the relevant Occupational Health and Safety Regulators or Environmental Protection Regulators. This advice has traditionally been given on an ad hoc basis as regulations surrounding NORM have not been developed. Canada has adopted the recommendations of the International Atomic Energy Agencies (IAEA) and developed Canadian NORM Guidelines. However, the principles and practices have not been well understood and have been difficult for non-radiation professionals to understand without the development of formal regulations. This has resulted in inconsistent handling practices within different industry sectors and between provinces. This paper outlines how NORM waste is formed, managed and disposed, within the Oil and Gas Industry to meet the recommendations of the IAEA and Canadian NORM Guidelines.

**John M. Danforth**

University of Calgary

**Co-Authors / Co-auteurs**

Dustin D. Pearson, Tyler S. Warnock, Darren R. Brenner, Dr. Aaron A. Goodarzi: University of Calgary



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## **The population-level impact of residential radon exposure on lung cancer across Canada**

Lung cancer is the leading cause of cancer-related death in Canada, of which 40% of cases are now attributable to non-tobacco environmental toxicant exposures such as inhalation of radioactive radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) gas and its decay products. Buildings can contain radioactive radon gas to harmful levels, exposing occupants repetitively to alpha particle radiation emissions that modify lung cancer risk, with a 16% increase in relative lifetime risk of lung cancer per 100 Bq/m<sup>3</sup> long term exposure to alpha radiation from radon. Through the Evict Radon National Study, we have generated a detailed, up-to-date, and (relative to the current state of Canadian communities, buildings, and people) statistically representative dataset of residential radon concentrations. Using information from nearly 100,000 Canadian participants, we have combined household Bq/m<sup>3</sup> indoor air radon levels with the activity pattern information (i.e., time spent at home, outside, or in any other indoor air environment) of individuals to determine an equivalent alpha radiation dose from radon to the lungs, in millisieverts (mSv) per time spent in the home. To do this, we employed the International Commission on Radiological Protection (ICRP) standardized formula for converting radon level to personalized estimations for radiation doses from radon. Using this and estimates for relative risk of lung cancer from residential radon gas exposure, we derived population attributable risk (PAR) estimates. These values

## **L'impact de l'exposition au radon résidentiel sur les cancers du poumon au niveau de la population du Canada**

Lung cancer is the leading cause of cancer-related death in Canada, of which 40% of cases are now attributable to non-tobacco environmental toxicant exposures such as inhalation of radioactive radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) gas and its decay products. Buildings can contain radioactive radon gas to harmful levels, exposing occupants repetitively to alpha particle radiation emissions that modify lung cancer risk, with a 16% increase in relative lifetime risk of lung cancer per 100 Bq/m<sup>3</sup> long term exposure to alpha radiation from radon. Through the Evict Radon National Study, we have generated a detailed, up-to-date, and (relative to the current state of Canadian communities, buildings, and people) statistically representative dataset of residential radon concentrations. Using information from nearly 100,000 Canadian participants, we have combined household Bq/m<sup>3</sup> indoor air radon levels with the activity pattern information (i.e., time spent at home, outside, or in any other indoor air environment) of individuals to determine an equivalent alpha radiation dose from radon to the lungs, in millisieverts (mSv) per time spent in the home. To do this, we employed the International Commission on Radiological Protection (ICRP) standardized formula for converting radon level to personalized estimations for radiation doses from radon. Using this and estimates for relative risk of lung cancer from residential radon gas exposure, we derived population attributable risk (PAR) estimates. These values



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

represent the relative proportion of Canadian lung cancer cases attributable to residential radon exposure in the context of both measured radon concentrations as well as doses in mSv/year. We then expressed all outcomes relative to recent Canadian census information on regionality, housing type, and community type to generate a well-rounded perspective of lung cancer risk from radon-related radiation exposure across diverse Canadian groups.

represent the relative proportion of Canadian lung cancer cases attributable to residential radon exposure in the context of both measured radon concentrations as well as doses in mSv/year. We then expressed all outcomes relative to recent Canadian census information on regionality, housing type, and community type to generate a well-rounded perspective of lung cancer risk from radon-related radiation exposure across diverse Canadian groups.

**Jeff Dovyak**

Shared Health-Health Sciences Centre

### **A treatment that keeps giving**

With increasing interest/use of theranostics, there may well be situations where radionuclide therapy (RNT) patients are encountered in hospital who weren't actually treated by that hospital. Is there a requirement for RSOs in the non-treating hospital to get involved?

A pediatric patient living in Winnipeg required I-131 MIBG RNT for a neuroendocrine tumor. He was treated at a specialty hospital in another province and came back to Winnipeg after a brief radiation isolation. His condition required an unexpected hospitalization in Winnipeg which no-one was prepared for. "Hot" diapers started showing up at the local landfill and Manitoba Environment was bringing back bags and bags of "hot" diapers that really didn't pose a radiological hazard (none of our

### **Un traitement qui continue à donner**

Avec l'intérêt et l'utilisation croissants de la théragnostique, il peut arriver que des patient·e·s ayant reçu des traitements radiopharmaceutiques se rendent à l'hôpital alors qu'elles ou qu'ils n'ont pas été traité·e·s à cet hôpital. Les responsables de la radioprotection de l'hôpital visité doivent-elles ou ils s'impliquer ?

Un patient pédiatrique habitant Winnipeg avait besoin d'un traitement radiopharmaceutique MIBG marqué à l'iode 131 pour une tumeur neuroendocrine. Il a été traité dans un hôpital spécialisé dans une autre province et est revenu à Winnipeg après une brève période d'isolement. Son état de santé a nécessité une hospitalisation inattendue à Winnipeg pour laquelle personne n'était préparé. Des couches « chaudes » se



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

landfills can accept radioactive material).

A local protocol was created with input from the pediatric oncologist, the manager of the pediatric ward that had this patient and radiation safety professionals involved with this case, so that *ad hoc* approaches can be minimized with future RNT patients treated elsewhere who come to one of our hospitals. The final protocol was shared with the pediatric oncologist, the oncology clinic nurse, the pediatric ward that would expect to see future patients such as this, as well as the pediatric Intensive Care and Emergency Room departments and relevant RSOs.

This oral presentation will address the situation and the actions taken by Radiation Safety staff.

sont retrouvées au site d'enfouissement local et Environnement Manitoba rapportait des sacs et des sacs de couches « chaudes » qui ne présentaient en réalité aucun danger radiologique (aucun de nos lieux d'enfouissement ne peut accepter du matériel radioactif).

Un protocole local a été créé avec l'aide de l'oncologue pédiatrique, de la ou du responsable du service pédiatrique qui a accueilli ce patient et des professionnel-le-s de la radioprotection impliqué-e-s dans la situation afin de minimiser les approches *ad hoc* pour les futur-e-s patient-e-s recevant un traitement radiopharmaceutique dans un autre établissement et qui visitent l'un de nos hôpitaux. Le protocole final a été partagé avec l'oncologue pédiatrique, l'infirmier-ère de la clinique d'oncologie pédiatrique, le service de pédiatrie qui pourrait s'attendre à recevoir d'autres patient-e-s comme celle ou celui-ci, ainsi qu'aux services intensifs pédiatriques, à l'urgence et aux responsables de la radioprotection concernés.

Cette présentation orale traitera de la situation et des actions prises par le personnel responsable de la radioprotection.

**Dr. John Duke**

University of Alberta

**An Overview and Pictorial Account of the Decommissioning of the University of Alberta SLOWPOKE-2 Reactor Facility – Parts I**

**Vue d'ensemble et compte rendu illustré de la mise hors service de l'installation du réacteur nucléaire SLOWPOKE-2 de**



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## and II.

The SLOWPOKE-2 nuclear reactor is a 20 kW (thermal), sealed containers, in-pool type research reactor designed by the Atomic Energy of Canada Ltd. (AECL). It was designed for use in universities, hospitals, and research institutes to serve as a safe, reliable, low-cost source of neutrons for elemental analysis, radionuclide production, and for teaching and training purposes. The original SLOWPOKE design utilised HEU fuel (93%  $^{235}\text{U}$ -enrichment). In the early 1980s, AECL redesigned the reactor fuel to use LEU (low enriched uranium) for use when commissioning new SLOWPOKE reactors and, when necessary, for refueling existing SLOWPOKE reactors.

The University of Alberta (UofA) SLOWPOKE-2 reactor (HEU fuelled) was installed in the Dentistry-Pharmacy Building on campus in April 1977 and operated, trouble-free, for over 40 years before being decommissioned in the summer of 2017. Under the Canadian Nuclear Safety Control Act (NSCA) SLOWPOKE is classified as a Class 1A nuclear facility. The decommissioning of Class IA and Class II nuclear facilities share many features in common. However, certain aspects central to decommissioning a Class IA nuclear facility do not apply to Class II facilities.

This presentation consists of two parts:

Part I provides an overview of the regulatory requirements

## l'Université de l'Alberta – Parties I et II.

Le réacteur nucléaire SLOWPOKE-2 est un réacteur de recherche de 20 kW (thermique), de type scellé en piscine conçu par Énergie atomique du Canada limitée (EACL). Il a été conçu pour être utilisé par des universités, des hôpitaux et des instituts de recherche en tant que source de neutrons sécuritaire, fiable et à faible coût pour l'analyse élémentaire, la production de radionucléides et à des fins d'enseignement et de formation. La conception originale du SLOWPOKE utilisait de l'UHE comme combustible ( $^{235}\text{U}$  enrichi à 93 %). Au début des années 1980, EACL a révisé la conception du combustible afin d'utiliser de l'UFE (uranium faiblement enrichi) lors de la mise en service de nouveaux réacteurs SLOWPOKE et, lorsque nécessaire, lors de la recharge du combustible des réacteurs SLOWPOKE existants.

Le réacteur SLOWPOKE-2 (combustible UHE) de l'Université de l'Alberta (UdeA) a été installé dans le pavillon de Dentisterie-Pharmacie sur le campus en avril 1977 et a été en fonction, sans défaillance, durant 40 ans avant d'être mis hors service à l'été 2017. Selon la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), le réacteur SLOWPOKE est classifié comme une installation nucléaire de catégorie IA. La mise hors service d'installations nucléaires de catégorie IA et de catégorie II a plusieurs éléments en commun. Toutefois, certains aspects de la mise hors service des installations nucléaires de catégorie IA ne s'appliquent pas aux installations de catégorie II.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

covering the decommissioning of the University of Alberta SLOWPOKE Facility. Emphasis is placed on the unique considerations involved in decommissioning a Class IA nuclear facility, such as reactor defueling, transportation of used HEU fuel, International Safeguards and IAEA involvement.

Part II of the presentation takes a visual approach, presenting a chronological slideshow documenting the physical stages of the decommissioning of the UofA SLOWPOKE-2 Facility. This section provides a detailed journey from the initial preparatory steps to ready the site, through to the ultimate release of the site from CNSC regulatory control.

Cette présentation comprend deux parties :

La première partie constitue un survol des exigences réglementaires s'appliquant à la mise hors service de l'installation du SLOWPOKE de l'Université de l'Alberta. L'accent sera mis sur les éléments spécifiques s'appliquant à la mise hors service d'installations nucléaires de catégorie IA, tels le retrait du combustible, le transport de l'UHE utilisé, les garanties internationales et l'implication de l'AIEA.

La seconde partie de la présentation utilise une approche visuelle, présentant les différentes étapes de la mise hors service du réacteur SLOWPOKE-2 de l'UdeA, en ordre chronologique et sous forme de diaporama. Cette section présente de façon détaillée le chemin parcouru depuis la préparation du site jusqu'au retrait du contrôle réglementaire de la CCSN.

**Dr. John Duke**

University of Alberta

**The Utility of a Medical Cyclotron for Neutron Activation in Research, Teaching and Service.**

Over the past 30 years, Canada has witnessed a significant reduction in the number of its operational research nuclear reactors, dwindling from 10 to 3 due to the decommissioning or permanent shutdown of such facilities. This decline has led to a

**L'utilité d'un cyclotron médical pour l'activation neutronique à des fins de recherche, d'enseignement et de services**

Au cours des trente dernières années, le nombre de réacteurs nucléaires de recherche opérationnels a été significativement réduit au Canada, passant de dix à trois, en raison de la mise hors service ou de la fermeture définitive de ces installations. Ce





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

loss of neutron activation analysis (NAA) and radionuclide production capabilities, as well as diminished research, teaching, training, and outreach opportunities. In contrast, the last 10-15 years have seen a notable surge in the commissioning of cyclotrons, especially medical cyclotrons in the 10-25 MeV energy range, both within Canada and worldwide. For instance, the University of Alberta (UofA) decommissioned its SLOWPOKE reactor in 2017 but established a TR-24 cyclotron in 2013.

The primary purpose of the UofA TR-24 cyclotron is to produce radionuclides for medical use *via* (p,xn) nuclear reactions. While the neutrons generated in such reactions are typically considered problematic from a radiation safety and, in the longer term, from a facility decommissioning perspective, they can also serve as a potential neutron source for NAA. Using the UofA TR-24 cyclotron, I have been actively exploring, evaluating, and applying the use of these “by-product” neutrons for the elemental analysis of samples by instrumental NAA (INAA). In this presentation, the utility and limitations of the TR-24 as a neutron source for INAA will be demonstrated through examples of the analysis of archeological, biological, and geological materials.

As the number of cyclotrons affiliated with universities and hospitals continue to rise, it is expected that their utilization for NAA, and the production of small quantities of neutron-rich radionuclides for research and teaching purposes, will also likely increase. As a result, this is a topic of potential interest to

déclin a mené à une réduction de capacité en analyse par activation neutronique (AAN) et en production de radionucléides, en plus de réduire les opportunités de recherche, d'enseignement, de formation et de vulgarisation. En revanche, le nombre de mises en service de cyclotrons, surtout des cyclotrons médicaux de 10 à 25 MeV, a fait un bond important autant au Canada qu'ailleurs dans le monde au cours des dix à quinze dernières années. D'ailleurs, à titre d'exemple, l'Université de l'Alberta a mis en service un cyclotron TR-24 en 2013, tout juste avant la mise hors service de son réacteur SLOWPOKE en 2017.

Le rôle premier du cyclotron TR-24 de l'UdeA est la production de radionucléides à des fins médicales par des réactions nucléaires (p, xn). Bien que les neutrons générés par ces réactions soient considérés comme problématiques d'un point de vue de la radioprotection et lors de la mise hors service future de l'installation, ils peuvent également servir de source de neutrons pour l'AAN. À l'aide du cyclotron TR-24 de l'UdeA, j'ai activement exploré, évalué et appliqué l'utilisation de ces neutrons « secondaires » pour l'analyse élémentaire d'échantillons par AAN instrumental (AANI). Dans cette présentation, l'utilité et les limites du TR-24 en tant que source de neutrons pour l'AANI seront présentées à travers divers exemples d'analyses d'échantillons archéologiques, biologiques et géologiques.

Avec la hausse du nombre de cyclotrons affiliés aux universités et



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

radiation safety officers at such facilities, especially those who are unfamiliar with NAA.

aux hôpitaux, une croissance conséquente de leur utilisation pour l'AAN et pour la production de faibles quantités de radionucléides riches en neutrons pour des fins de recherche et d'enseignement est attendue. Ainsi, il s'agit d'un sujet d'intérêt potentiel pour les responsables de la radioprotection de ce type d'installation, particulièrement pour ceux et celles qui sont peu familiarisés avec l'AAN.

**Jeff Fleming**

Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)

## **Progressing Safety Culture – A Shared Responsibility**

Nuclear Substance and Radiation Device (NSRD) licensees have no formal requirements under RegDoc 2.1.2 – Safety Culture but that doesn't mean there isn't a place for formal safety culture.

A great safety culture is vital to running a great radiation safety program!

This presentation will highlight some unique challenges and successes seen in NSRD licensees by inspectors and give attendees an open forum to bring up their highlights and concerns in progressing their safety culture and how the Canadian Nuclear Safety Commission can help.

## **Faire progresser la culture de sûreté – une responsabilité partagée**

Les titulaires de permis de substances nucléaires et d'appareils à rayonnement (SNAR) n'ont pas d'exigences formelles en vertu du RegDoc 2.1.2 – Culture de sûreté, mais cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de place pour une culture de sûreté formelle.

Une bonne culture de sûreté est essentielle au bon fonctionnement d'un bon programme de radioprotection !

Cette présentation mettra en évidence certains défis et réussites uniques observés chez les titulaires de permis SNAR par les inspecteurs et offrira aux participants un forum ouvert pour évoquer leurs points forts et leurs préoccupations dans l'avancement de leur culture de sûreté et comment la



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

As a licensee, whether big or small, complex or simple, in management or not, everyone can all benefit from growing their safety culture - even if you aren't an NSRD licence.

Commission canadienne de sûreté nucléaire peut les aider.

En tant que titulaire de permis, qu'il soit grand ou petit, complexe ou simple, que vous soyez dans un poste de gestionnaire ou non, tout le monde peut bénéficier du développement d'une culture de sûreté - même si vous n'êtes pas titulaire d'un permis SNAR.

**Rajesh Garg**

Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)

**Co-Authors / Co-auteurs**

Alex Mawhinney, Canadian Nuclear Safety Commission

## **Transport of Radioactive Materials in Canada in 2021 and 2022**

Canada is one of the world's leading producers, users and exporters of nuclear fuel cycle products and radioisotopes for industrial, medical and research purposes. Based upon a survey conducted by the IAEA in the early 1980s, Canada was the second largest shipper of radioactive material (RAM) packages of all reporting countries. According to a survey done in 1992 by Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) (then Atomic Energy Control Board), over one million packages of radioactive material were exported, imported or shipped within Canada annually. A new study was recently conducted to update this datum and to have a better understanding of the number of RAM shipments that currently take place each year in Canada. This information is

## **Transport de matériels radioactifs au Canada en 2021 et 2022**

Le Canada est l'un des principaux producteurs, utilisateurs et exportateurs de produits du cycle du combustible nucléaire et de radioisotopes à des fins industrielles, médicales et de recherche. D'après une étude menée par AIEA au début des années 1980, le Canada était le deuxième plus grand expéditeur de colis de matières radioactives (MRA) de tous les pays déclarants. Selon une étude de 1992 par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) (à l'époque la Commission de contrôle de l'énergie atomique), plus d'un million de colis de matières radioactives ont été exportés, importés ou expédiés au Canada chaque année. Une nouvelle étude a été menée récemment afin de mettre à jour cette donnée et pour mieux comprendre le



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

required to disseminate to the public, to better regulate the industry and for risk management.

The study involved collecting data on RAM shipments that took place in Canada during 2021 and 2022. The study was broken down into the following six transport sectors: Industrial, Medical, Nuclear fuel cycle, Commercial, Academic and Research and others. Approximately 1500 CNSC licensees were contacted which covered over 2100 CNSC licences. The study involved contacting all types of licensees such as hospitals, universities, portable gauge users, power reactors, and fuel fabricators, as well as freight forwarders and carriers who ship and/or import-export radioactive materials. The survey collected data on:

- All types of CNSC regulated RAM transport packages i.e., excepted packages, Type IP-1, Type IP-2, Type IP-3, Type A, Type B, Type H and fissile material packages.
- Modes of transport used for shipment for these packages.
- Number of packages shipped each year.
- Activity (TBq) of the RAM contents shipped each year

The paper presents a short overview of previous surveys, and strategy/method followed and the results of this study.

nombre d'expéditions de MRA qui ont lieu chaque année au Canada. Ces informations sont requises pour la diffusion au public, pour mieux réglementer l'industrie et pour la gestion des risques.

L'étude a consisté à recueillir des données sur les expéditions de MRA qui ont eu lieu au Canada en 2021 et 2022. L'étude a été répartie en six secteurs de transport : industriel, médical, cycle du combustible nucléaire, commercial, universitaire et recherches, et autres. Environ 1 500 titulaires de permis de la CCSN ont été contactés, couvrant ainsi plus de 2 100 permis de la CCSN. L'étude a permis de contacter tous les types de titulaires de permis tels que les hôpitaux, les universités, les utilisateurs de jauge portable, les réacteurs et les fabricants de combustibles, ainsi que les transitaires et les transporteurs qui envoient, importent ou exportent du matériel radioactif. L'étude a permis de recueillir des données sur :

- Tous les types de colis de MRA pour le transport réglementés par la CCSN, c'est-à-dire les colis exceptés, de type IP-1, IP-2, A, B, H et les colis de matières fissiles.
- Les modes de transport utilisés pour l'expédition de ces colis.
- Le nombre de colis expédiés chaque année.
- L'activité (TBq) du contenu en MRA expédié chaque année.

La présentation offre un aperçu des études précédentes, de la stratégie/méthode suivie et des résultats de cette étude.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Bryce Gillman Spectral Solutions Co-Authors / Co-auteurs Joe Cortese, Spectral Solutions	
POSTER	AFFICHE
<b>Exploring VR Technologies in Radiation Safety Training: A Vision for the Future</b>	<b>Exploration des technologies de RV dans les formations de radioprotection : une vision pour l'avenir</b>
<p>In the realm of radiation safety training, the quest for more engaging and effective educational methods is ongoing. This poster presentation outlines a visionary approach that aims to leverage the potential of advanced virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technologies, such as Meta Quest 3, to redefine how training is delivered in this critical field. By proposing a series of innovative training modules and scenarios, our goal is to explore and trial these technologies to enhance learning outcomes in radiation and laser safety.</p> <p>Our conceptual framework includes the development of virtual laboratories, allowing for safe, simulated interactions with lasers and radioactive materials. We envision hazard recognition training within VR environments, where participants can identify and learn to mitigate risks without real-world consequences. Additionally, emergency response drills are proposed to practice protocols in virtual settings that mimic real-life situations, supporting preparedness and effective response to radiation emergencies.</p> <p>We plan to investigate hands-on equipment handling modules and</p>	<p>Dans le domaine de la formation en radioprotection, la recherche de méthodes éducatives plus attrayantes et efficaces est permanente. Cette présentation par affiche souligne une approche visionnaire visant à tirer profit du potentiel des technologies avancées de réalité virtuelle (RV) et de réalité augmentée (RA) comme Meta Quest 3, afin de redéfinir la manière par laquelle la formation dans ce domaine critique est dispensée. En proposant une série de modules et de scénarios de formation innovants, notre objectif est d'explorer et de tester ces technologies pour améliorer les résultats d'apprentissage dans les domaines de la radioprotection et de la sécurité laser.</p> <p>Notre cadre conceptuel inclut l'élaboration de laboratoires virtuels permettant des interactions simulées et sécuritaires avec des lasers et des matières radioactives. Nous envisageons une formation à la reconnaissance des dangers dans un environnement de RV où les participants peuvent identifier des dangers et apprendre à les atténuer sans avoir les conséquences réelles. De plus, des exercices d'intervention en cas d'urgence sont proposés afin de pratiquer des protocoles qui simulent des situations réelles dans un environnement</p>



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

safety protocol demonstrations through VR, enabling learners to gain practical experience in a risk-free environment. Interactive learning modules designed to promote critical thinking and problem-solving, along with the use of real-world case studies, aim to deepen understanding and application of safety measures.

The possibility of collaborative training sessions utilizing VR's multiplayer capabilities could encourage teamwork and communication, essential skills in managing radiation safety. Customizable scenarios and integrated feedback mechanisms are envisioned to tailor training to specific needs and provide immediate performance assessments.

This presentation will discuss these potential VR applications as exploratory options for transforming radiation safety training. Our aim is to initiate a dialogue on integrating these advanced technologies into training programs, setting a path towards more immersive, effective learning experiences in the field of radiation safety.

virtuel, afin de soutenir la préparation et l'efficacité des interventions en cas d'urgences impliquant des rayonnements.

Nous prévoyons d'étudier des modules de manipulation d'équipements et des démonstrations de protocole de sécurité par le biais de la RV afin de permettre aux apprenant-e-s d'acquérir de l'expérience pratique dans un environnement sans danger. Les modules d'apprentissage interactifs sont conçus pour promouvoir la pensée critique et la résolution de problème, ainsi que l'utilisation d'études de cas réels pour approfondir la compréhension et l'application de mesures de sécurité.

La possibilité de séances de formation collaborative utilisant les capacités à joueurs multiples de la RV pourrait encourager le travail d'équipe et la communication, des compétences essentielles en gestion de la radioprotection. Des scénarios personnalisables et des mécanismes de rétroaction intégrés sont envisagés afin d'adapter la formation à des besoins spécifiques et de fournir des évaluations de performance immédiates.

Cette présentation traitera des applications potentielles de la RV comme options exploratoires pour la transformation des formations en radioprotection. Notre objectif est d'amorcer le dialogue sur l'intégration de ces technologies avancées dans les programmes de formation, en ouvrant la voie à des expériences d'apprentissage plus immersives et efficaces dans le domaine de la radioprotection.

**Dr. Marjorie Gonzalez**

Interior Health



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## Imaging and quantifying radioactive contamination with gamma cameras in Nuclear Medicine departments

Nuclear medicine departments are equipped with gamma cameras with NaI scintillation detectors that are optimized to detect photons with energies ranging from around 20 keV to 400 keV. The cameras have lead collimators to narrow down the direction of the incoming photons and they allow for the creation of images with spatial resolutions ranging from around 0.6 cm to 1.5 cm. In addition, when these cameras are properly calibrated, the counts collected can be used to estimate the amount of activity that is being imaged.

Several years ago, we started to use these gamma cameras to image and quantify radioactive contamination on staff who have been accidentally contaminated during the course of their clinical work. This has proven to be a very useful technique, as it can help to locate the body areas that are contaminated, the extent of the contamination, and the amounts of activity involved. The information collected has helped to guide the management of these incidents.

In this talk, I will review the use of gamma cameras to image and quantify radioactive contamination on persons. I will review the imaging and calibration parameters that have been used and show examples of contamination incidents where imaging has been performed. I will also discuss some of the advantages and

## Imagerie et quantification de la contamination radioactive à l'aide de caméras gamma dans les services de médecine nucléaire

Les services de médecines nucléaires sont équipés de caméras gamma munies de détecteurs à scintillation NaI optimisés pour détecter les photons dont l'énergie varie entre 20 keV et 400 keV. Les caméras sont dotées de collimateurs en plomb afin d'affiner la direction des photons entrants et ils permettent la création d'images avec une résolution spatiale variant entre 0,6 cm et 1,5 cm. De plus, quand ces caméras sont correctement étalonnées, les comptes recueillis peuvent être utilisés pour estimer la quantité d'activité imagée.

Il y a plusieurs années, nous avons commencé à utiliser les caméras gamma pour imager et quantifier la contamination radioactive sur le personnel ayant été accidentellement contaminé dans le cadre du travail clinique. Cette technique s'est avérée très utile, puisqu'elle aide à localiser les endroits sur le corps ayant été contaminés, l'étendue de la contamination et les quantités d'activités impliquées. Les informations recueillies ont aidé à orienter la gestion de ces incidents.

Dans cette présentation, j'examinerai l'utilisation des caméras gamma pour imager et quantifier la contamination sur les personnes. Je passerai en revue les paramètres d'imagerie et d'étalonnage qui ont été utilisés et je vous présenterai des exemples d'incidents de contamination pour lesquels l'imagerie a



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

disadvantages we have encountered with this technique.

été utilisée. Je discuterai également des avantages et des inconvénients que nous avons rencontrés avec cette technique.

**Dr. Marjorie Gonzalez**

Interior Health

**Co-Authors / Co-auteurs**

Elana Wood, University of British Columbia (Okanagan)

## POSTER

### **Radiation exposures in a renal unit during hemodialysis for an I-131 therapy patient**

#### Introduction

Nuclear medicine patients who receive Iodine-131 (I-131) therapies for thyroid diseases are a temporary source of radiation. One of our I-131 patients required hemodialysis in the renal unit and was a source of exposure during that time. Here we show the estimated doses received by renal staff and other patients, and we estimate how many I-131 patients per year can receive hemodialysis in this renal unit before the dose limit of 1 mSv/year is reached.

#### Methods

The patient received an I-131 activity of 407 MBq and received 6 hours of hemodialysis the following day. There is no lead-lined room in the renal unit, and a large isolation room was used instead. During hemodialysis, we performed a radiation survey to measure exposure at various locations surrounding the room, and a personal digital

## AFFICHE

### **Exposition aux rayonnements dans une unité rénale pendant l'hémodialyse d'un patient traité à l'iode 131**

#### Introduction

Les patient·e·s en médecine nucléaire ayant été traités à l'iode 131 pour des maladies de la thyroïde sont des sources de rayonnements temporaires. Un·e de nos patient·e·s traité·e·s à l'iode 131 a nécessité une hémodialyse dans l'unité rénale et a été une source d'exposition pendant cette période. Nous présentons ici les doses estimées reçues par le personnel de l'unité et par les autres patient·e·s et nous estimons combien de patient·e·s traité·e·s à l'iode 131 peuvent nécessiter une hémodialyse dans l'unité rénale annuellement, avant que la dose limite de 1 mSv/année ne soit atteinte.

#### Méthodes

Le ou la patient·e a reçu une activité de 407 MBq d'iode 131 et a subi une hémodialyse d'une durée de six heures le lendemain. Il n'y a pas de salle revêtue de plomb à l'unité rénale et une grande salle d'isolement





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

dosimeter was worn by the renal worker who provided direct care to the I-131 patient during hemodialysis.

The results from the radiation survey and personal dosimeter were used to estimate the doses received by staff and other patients in the renal unit, taking the occupancy factor of each area into account. The results were also used to estimate the exposures from possible future patients with hyperthyroidism who may receive higher I-131 activities, and exposures from patients with thyroid cancer who may receive much higher I-131 activities and require hemodialysis over multiple days.

## Results

The estimated doses from the treated I-131 patient were well within regulatory limits. The maximum dose was 0.033 mSv and was received by the worker who provided direct care to the I-131 patient. We also estimated that doses will not exceed 1 mSv/year if less than 15 patients with hyperthyroidism were treated in this renal unit in one year, or less than 3 patients with thyroid cancer were treated in one year.

a été utilisée à la place. Durant l'hémodialyse, un contrôle radiologique a été effectué afin de mesurer l'exposition à différents endroits autour de la salle et le personnel de l'unité en contact direct avec le ou la patient-e traité-e à l'iode 131 portait un dosimètre numérique personnel pendant l'hémodialyse.

Les résultats provenant du contrôle radiologique et du dosimètre personnel ont été utilisés pour estimer la dose reçue par le personnel et les autres patient-e-s dans l'unité rénale, en tenant compte du facteur d'occupation de chaque zone. Les résultats ont également été utilisés pour estimer les expositions provenant d'éventuel-le-s patient-e-s atteint-e-s d'hyperthyroïdie qui aurait pu recevoir une activité d'iode 131 plus élevée et les expositions de patient-e-s atteint-e-s de cancer de la thyroïde qui pourraient recevoir des activités beaucoup plus élevées d'iode 131 et nécessiter une hémodialyse sur plusieurs jours.

## Résultats

Les doses estimées pour le ou la patient-e traité-e à l'iode 131 se situaient bien en deçà des limites réglementaires. La dose maximale était de 0,033 mSv et a été reçue par la personne ayant fourni des soins directs au ou à la patient-e traité-e à l'iode 131. Nous avons également estimé que les doses n'excèderaient pas 1 mSv/année si moins de quinze patient-e-s atteint-e-s d'hyperthyroïdie ou si moins de trois patient-e-s atteint-e-s de cancer de la thyroïde étaient traité-e-s à l'unité rénale en une année.

**Dr. Aaron Goodarzi**

University of Calgary



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## **An Early Look into the 2024 Cross Canada Radon Report: A symmetric, balanced understanding of Canadian residential housing radioactive radon gas exposure**

Over the past five years, and in collaboration with multiple partner teams, the Evict Radon National Study teams from across Canada have integrated almost 100,000 long term residential radon gas readings with housing, regional community, and population information from the 2021 Canada Census to establish a clear, symmetric understanding of Canadian radon exposure within the residential built environment. With essential funding from the *Canadian Institutes of Health Research Healthy Cities* program, our teams have integrated pan-Canadian cohort of long-term residential radon test outcomes to detailed property and human demographic data. Using this, we have normalized all findings to the key administrative human and housing statistics assembled by *Statistics Canada* in the most recent (2021) census to produce an appropriately weighted understanding of radon exposure across Canada. The resulting Canadian residential radon data are now “symmetric” (meaning that they are fully balanced to the reality of Canada in the 2020s) by region, diverse communities (urban to rural), and residential building design types.

We have used this data to derive population-attributable risk of lung cancer from radon (by region and other factors), as well as to understand and build tools to assess the impact of the built environment, behaviour, and demographics on personalized risk

## **Un premier aperçu sur l’enquête pancanadienne de 2024 sur les concentrations de radon : Une compréhension symétrique et équilibrée sur l’exposition au gaz radon radioactif dans les domiciles canadiens**

Au cours des cinq dernières années, et en collaboration avec plusieurs agences partenaires, les équipes pancanadiennes de l’Étude nationale *Evict Radon* ont intégré presque 100 000 résultats de mesures du radon résidentiel à long terme avec de l’information sur les domiciles, les communautés régionales et les données démographiques tirées du recensement de 2021 au Canada, ayant pour objectif d’établir une compréhension claire et symétrique sur l’exposition au radon dans l’environnement résidentiel bâti canadien. Avec un financement essentiel de l’*Initiative de recherche sur les villes en santé des Instituts de recherche en santé du Canada*, nos équipes ont intégré les résultats pancanadiens du gaz radon résidentiel à long terme aux données démographiques et résidentielles détaillées. Avec ces données, nous avons normalisé toutes les conclusions principales aux données démographiques et résidentielles du plus récent recensement (2021) au Canada recueillies par Statistiques Canada pour établir une compréhension précise et correcte de l’exposition au radon au Canada. Les données résultantes du radon résidentiel canadien sont maintenant « symétrique » (c’est-à-dire qu’elles sont équilibrées avec la réalité canadienne des années 2020), par région, par type de communauté (urbaine à rurale) et par genre des bâtiments résidentiels. Nous avons utilisé ces données pour



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

alpha radiation exposure (to the lungs) from radon. The outcome(s) of this work forms the basis of the once-per-decade Cross-Canada Radon Report being produced in close collaboration with Health Canada and other public health agencies. The report will help inform physical, social and policy interventions required to mitigate lung cancer risks attributable to radon inhalation in Canada. During my talk, I will provide the Canadian radiological protection community an early look into the content of this report, which is slated for release in Fall 2024, outlining how it will be presented for the general public with anticipated timelines.

établir le risque de cancer du poumon à la population attribuable au radon (par région et autres facteurs), ainsi que pour comprendre et élaborer des outils permettant d'évaluer l'impact de l'environnement bâti, du comportement, et des caractéristiques démographiques sur le risque personnalisé d'exposition aux particules alpha aux poumons provenant du radon.

Les résultats de cette recherche constituent la base de l'Enquête pancanadienne sur les concentrations de radon publiée une fois par décennie et élaborée en étroite collaboration avec Santé Canada et d'autres agences de santé publique. Ce rapport aidera à informer les interventions physiques, sociales et politiques nécessaires pour atténuer les risques de cancer du poumon attribuables à l'inhalation de radon au Canada. Lors de ma présentation, je fournirai à la communauté canadienne de protection radiologique un aperçu préliminaire du contenu de ce rapport, dont la publication est prévue pour l'automne 2024, en détaillant la manière dont il sera présenté au grand public et l'horaire prévu.

**Lexi Gower-Fry**

University of Alberta

**Co-Authors / Co-auteurs**

Carolyn Jaworski, John M. Duke, Ph.D., Ralf Schirmacher, Ph.D.: University of Alberta



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## The Value of Offering an Introductory Radiopharmacy Course at Canadian Universities

The use of radionuclides in nuclear imaging, as well as radiotherapy of cancer and other diseases, is a rapidly growing area in the medical field. Therefore, it is beneficial to offer a course that covers the fundamentals of radiopharmaceutical sciences which includes training and education on the safe handling and application of radioactive materials. The *Fundamentals of Radiopharmaceutical Science* course offering is an intensive 2-week course with lectures in the morning and hands-on lab sessions in the afternoon, with a final exam at the end of the course. Radiation safety principles and procedures, as well as nuclear chemistry basics are established before the course progresses into practical work. Subsequently, students learn about radiation measurement techniques and their limitations to gain an understanding of radiation detection, another important aspect of radiation safety. They also learn about classic nuclear chemistry principles including radioactive half-lives, decay modes and differences between radioactive emissions (i.e., alpha, beta, gamma, and Auger electrons). Also, students prepare a radio-fluorinated compound using Silicon-Fluoride Acceptor (SiFA) methodology, the same principle currently used in the clinic to prepare [ $^{18}\text{F}$ ]SiTATE for PET imaging of neuroendocrine tumors. Students also perform a kit-labeling of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP (Medronate), a skeletal imaging agent, and determine the radiochemical purity. Students also gain practical experience through using standard

## L'intérêt d'offrir une formation d'introduction en radiopharmacie dans les universités canadiennes

L'utilisation de radionucléides en imagerie nucléaire, ainsi que la radiothérapie du cancer et d'autres maladies, est un domaine de la médecine en pleine expansion. Il est donc avantageux d'offrir une formation qui présente les aspects fondamentaux des sciences radiopharmaceutiques, incluant de l'entraînement et de l'éducation sur la manipulation et l'application sécuritaires des matières radioactives. La formation intensive de deux semaines *Principes fondamentaux des sciences radiopharmaceutiques*, comprends des exposés le matin, des exercices en laboratoire en après-midi et un examen à la fin de la formation. Les principes et procédures en radioprotection, ainsi que les concepts de base de la chimie nucléaire sont établis avant que la formation ne passe aux travaux pratiques. La formation traite ensuite des techniques de mesure des rayonnements et de leurs limites afin de mieux comprendre la détection des rayonnements, un autre aspect important de la radioprotection. Les étudiant·e·s apprennent ensuite les principes de chimie nucléaire classique, incluant la demi-vie radioactive, les modes de désintégration et les différents types d'émissions radioactives (p. ex. alpha, bêta, gamma et électrons Auger). Les étudiant·e·s préparent aussi un produit radio-fluoré en utilisant la méthodologie accepteur silicium-fluor (SiFA), le même principe utilisé en clinique pour préparer le [ $^{18}\text{F}$ ]SiTATE pour l'imagerie TEP des tumeurs neuroendocrines. Les étudiant·e·s réalisent également le



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

radiolabeling protocols to coordinate a radiometal,  $^{68}\text{Ga}$ , to various chelators. Upon completion of this intensive course, students will have gained valuable experience in an active radiochemistry laboratory where they partake in radiation safety procedures, handling radioactivity, and the synthesis of some established radiopharmaceutical compounds using various methodologies. This foundation and training provide the skills for students to effectively work in a radiopharmacy or radiochemistry-focused research laboratory where they can continue to deepen their knowledge as well as contribute to the fields of nuclear chemistry and medicine.

radiomarquage d'un agent servant à l'imagerie du squelette, le  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP (Medronate), à l'aide d'une trousse et en déterminent la pureté radiochimique. Les étudiant·e·s acquièrent aussi une expérience pratique en utilisant des protocoles de radiomarquage standard pour coordonner un radiométal, le  $^{68}\text{Ga}$ , à divers agents chélatants. Après avoir complété cette formation intensive, les étudiant·e·s auront acquis une expérience précieuse dans un laboratoire actif de radiochimie où il·elle·s auront participé aux procédures de radioprotection, à la manipulation de la radioactivité et synthèse de produits radiopharmaceutiques en utilisant des méthodologies variées. Cette formation de base fournit aux étudiant·e·s les compétences nécessaires pour travailler efficacement dans un laboratoire de radiopharmacie ou de radiochimie centré sur la recherche où il·elle·s pourront continuer à approfondir leurs connaissances et à contribuer aux domaines de la chimie et de la médecine nucléaires.

**Mike Heimann**

Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)

**Co-Authors / Co-auteurs**

Julie Anna Benjamin (CNSC)

**Update on the proposed regulatory review of the Class II Nuclear Facility and Prescribed Equipment Regulations (C2NFPER)**

**Mise à jour du projet de révision du règlement sur les installations nucléaires et équipement réglementé de catégorie II (RINERC2)**



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

In the autumn of 2022, CNSC briefed stakeholders on the proposed changes to the C2NFER via public workshops and a discussion paper. This presentation will provide an update on the project, with a focus on what we heard from commenters following the 2022 workshops and discussion paper.

À l'automne 2022, la CCSN a informé les parties prenantes des changements proposés au RINERC2 par le biais d'ateliers publics et de document de travail. Cette présentation fera le point sur le projet, en mettant l'accent sur les commentaires reçus à la suite des ateliers et du document de travail de 2022.

**Addie Ivanova**

Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)

**Co-Authors / Co-auteurs**

Julie Burt – Radiation biologist (CNSC)

**The role of a Quantitative Health Objective (QHO) in emergency preparedness and risk management of a severe nuclear accident**

Nuclear emergency management is a shared responsibility in Canada. The Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) is responsible for overseeing licensee emergency preparedness and response, maintaining its own emergency preparedness program, as well as supporting provincial and federal partners. Various provisions including safety concepts, goals, objectives, principles, criteria, among other means, are in place to ensure that both the frequency and consequences of severe accidents are mitigated.

As the nuclear regulator, the CNSC can strengthen emergency management by describing how potential short- and long-term impacts of nuclear accidents are included in the regulatory

**Le rôle d'un objectif de santé quantitatif (OSQ) dans la préparation aux situations d'urgence et en gestion des risques lors d'un accident nucléaire grave**

La gestion des urgences nucléaires est une responsabilité partagée au Canada. La Commission canadienne de sûreté nucléaire est responsable de la surveillance de la préparation et de l'intervention en cas d'urgences des titulaires de permis, de maintenir son propre programme de préparation aux urgences, ainsi que de soutenir les partenaires provinciaux et fédéraux. Diverses dispositions, incluant notamment les concepts de sûreté, les buts, les objectifs, les principes et les critères sont en place pour assurer que la fréquence et les conséquences d'accident grave sont atténuées.

En tant qu'organisme de réglementation nucléaire, la CCSN peut



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

framework, and by considering where appropriate improvements could be realized. In light of this, the CNSC has developed a new safety objective called a Quantitative Health Objective (QHO).

A QHO is a numerical value with an associated dose value that aims to describe the potential health impacts directly related to a nuclear accident with off-site releases. The QHO represents an increase of less than 0.5% in the lifetime probability of developing cancer in Canada, corresponding to approximately 100 mSv of dose (average dose received either acutely or chronically).

The QHO reflects a broader definition of health, which is aligned with international guidance. As such, the QHO value is set at level low enough where radiological health effects (i.e., cancer) are unlikely, but also set high enough to minimize the mental health and psychosocial consequences associated with potential long-term or permanent relocation.

The purpose of this presentation will be to provide a holistic picture of CNSC's existing safety concepts and to introduce the QHO, exploring its usage in facilitating regulatory decision-making, as a risk communication tool, and in informing emergency risk management in the unlikely event of a nuclear emergency. The CNSC is also seeking comments on an upcoming discussion paper and encourages feedback from all interested parties.

renforcer la gestion des urgences en décrivant comment les impacts potentiels à court et à long terme des accidents nucléaires sont inclus dans le cadre réglementaire et en considérant les améliorations qui pourraient être réalisées. Dans cette optique, la CCSN a élaboré un nouvel objectif de sûreté appelé l'objectif de santé quantitatif (OSQ).

Un OSQ est une valeur numérique associée à une valeur de dose visant à décrire les impacts potentiels sur la santé directement reliés à un accident nucléaire avec des rejets hors site. L'OSQ représente une augmentation de moins de 0,5 % de la probabilité de développer un cancer au cours d'une vie au Canada, ce qui correspond à une dose d'environ 100 mSv (dose moyenne reçue de façon aiguë ou chronique).

L'OSQ reflète une définition plus large de la santé qui est alignée sur les directives internationales. Ainsi, la valeur de l'OSQ est fixée à un niveau suffisamment faible où les effets radiologiques sur la santé (p. ex. : cancer) sont improbables, mais est fixée à une valeur suffisamment élevée pour minimiser les conséquences sur la santé mentale et psychosociale associées à une éventuelle relocalisation à long terme ou permanente.

L'objectif de cette présentation sera de fournir une image globale des concepts de sûreté de la CCSN existant et de présenter l'OSQ en explorant son utilité pour favoriser la prise de décision réglementaire, comme outil de communication des risques et



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

pour informer la gestion des risques d'urgence dans le cas peu probable d'une urgence nucléaire. La CCSN sollicite également les commentaires sur un document de travail à venir et encourage les parties intéressées à lui faire part de leurs réactions.

**Addie Ivanova**

Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)

**Co-Authors / Co-auteurs**

Dr. Francesca Holt and Professor Carolyn Taylor (NDPH, University of Oxford)

**Estimating risks from modern breast cancer radiotherapy:  
Implications for clinical decision-making, risk management and  
radiation protection**

Breast cancer is the most common cancer among women in Canada. Adjuvant radiotherapy is received by most patients as part of their treatment, as it has been shown to reduce the risk of breast cancer recurrence and mortality. However, randomized trials have shown that breast cancer radiotherapy can also increase the risks of heart disease and second primary lung cancer and oesophageal cancer due to incidental radiation of the heart, lungs, and oesophagus, respectively. The absolute risks depend on radiation doses received by these organs at risk, and on the patients' pre-existing risk factors.

To estimate these risks, a systematic review and meta-analysis

**Estimation des risques liés à la radiothérapie moderne du cancer  
du sein : Implications pour la prise de décision, la gestion des  
risques et la radioprotection**

Le cancer du sein est le cancer le plus fréquent chez les femmes au Canada. La plupart des patientes reçoivent une radiothérapie adjuvante dans le cadre de leur traitement, car cette thérapie a démontré qu'elle réduisait les risques de récurrence et de mortalité de cancer du sein. Cependant, des essais aléatoires ont montré que la radiothérapie peut également accroître les risques de maladie du cœur et de second cancer primaire du poumon et de cancer de l'œsophage en raison de l'irradiation connexe du cœur, des poumons et de l'œsophage, respectivement. Les risques absolus dépendent des doses de rayonnements reçues par ces organes à risque des facteurs de risque préexistants des patientes.





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

was conducted of doses received by the heart, lungs, or oesophagus from radiotherapy in the United Kingdom for early breast cancer during 2015-2023. These values were then combined with values from dose-response relationships published in epidemiological studies to estimate absolute radiation-induced risks of heart disease, lung cancer, and oesophageal cancer. Risks were estimated considering various factors influential to organ dose received, including breast cancer laterality, clinical targets irradiated, and radiotherapy technique used, as well as pre-existing cardiac risk factors, and smoking status.

To inform clinical decisions, oncologists must weigh the absolute magnitude of the benefits from radiotherapy against the absolute magnitude of its risks for each patient. This research illustrates the importance of three considerations in patient treatment planning: patient selection (e.g., pre-existing cardiac risk factors, smoking status); cancer characteristics (e.g., laterality, localization/clinical targets); and application of modern radiotherapy techniques to limit radiation exposures to organs at risk (e.g., deep inspiration breath hold, proton therapy).

The purpose of this presentation will be to present the findings of the systematic review and subsequent risk analysis, followed by an investigation on the implications to clinical decision-making, risk management, and radiation protection.

Pour estimer ces risques, un examen systématique et une méta-analyse ont été effectués au Royaume-Uni sur les doses reçues par le cœur, les poumons ou les œsophages à la suite d'une radiothérapie pour des cancers du sein au stade précoce entre 2015 et 2023. Ces valeurs ont ensuite été combinées aux valeurs des relations dose-réponse publiées dans les études épidémiologiques afin d'estimer les risques absolus de maladie cardiaque, de cancer du poumon ou de cancer de l'œsophage induits par rayonnements. Les risques ont été estimés en tenant compte des divers facteurs influençant la dose reçue par les organes, notamment la latéralité du cancer du sein, les cibles cliniques irradiées et la technique de radiothérapie utilisée ; ainsi que les facteurs de risque cardiaque préexistants et le statut de fumeur.

Pour justifier les décisions cliniques, les oncologues doivent balancer l'ampleur absolue des avantages de la radiothérapie contre l'ampleur absolue de ses risques pour chaque patiente. Cette recherche illustre l'importance de trois considérations dans la planification du traitement des patientes : la sélection des patientes (p. ex. : les facteurs de risques cardiaques préexistants, le statut de fumeur), les caractéristiques du cancer (p. ex. : latéralité, emplacement/cibles cliniques) et l'application de techniques modernes de radiothérapie pour limiter l'exposition des organes à risque (p. ex. : l'inspiration profonde retenue, la thérapie par les protons).



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

L'objectif de cette présentation sera de transmettre les résultats de l'examen systématique et de l'analyse de risque subséquente, suivi par une étude des implications pour la prise de décision clinique, la gestion des risques et la radioprotection.

**Stéphane Jean-François**

Radioprotection Inc.

## **Compliance: a goal, a tool or a weapon of mass persuasion?**

Let me be clear: this presentation is not really about compliance, but it is all about a strong safety culture! How can we make sure that our radiation protection program (RPP) is working properly, even when the Radiation Safety Officer (RSO) is enjoying a well-deserved piña colada on the beach?

Using key highlights from the applied experience of a RSO that had worked in many fields for the past 25 years, we present how an agile RPP can contribute to a desirable safety culture. We discuss the impact of existing and nonexistent regulations on medical, industrial or research radiation protection, for nuclear substances and X-ray applications. We will also discuss important aspects of a high quality, high performance RPP, as a master safety symphony:

- Playing the RSO's important role as a maestro: develop

## **La conformité: un but, un outil ou une arme de persuasion massive?**

Soyons clairs: cette conférence n'est pas vraiment à propos de la conformité, mais à propos d'une culture de sûreté solide ! Comment pouvons-nous nous assurer que notre programme de radioprotection (PRP) fonctionne adéquatement, même lorsque le responsable de la radioprotection (RRP) apprécie un piña colada bien mérité à la plage ?

En utilisant des éléments saillants clés provenant de l'expérience appliquée d'un RRP qui a travaillé dans plusieurs domaines au cours des 25 dernières années, nous présentons comment un PRP agile peut contribuer à une culture de sûreté souhaitable. Nous discutons de l'impact des règlements existants ou non touchant la radioprotection médicale, industrielle et de recherche, autant pour les substances nucléaires que pour les applications de rayons X. Nous discuterons également des aspects importants d'un PRP de haute qualité et hautement



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

your musical ear.

- Practicing and playing our safety symphony: communication and training
- Dealing with the entire orchestras: Holistic approach of risk management to present a coherent message to workers.

For this presentation, we present reference tools, available for everyone, to test, practice and enforce, your radiation safety culture.

performant, en tant que grande symphonie sur la sûreté :

- Jouer le rôle important du RRP comme maestro : Développez votre oreille musicale.
- Pratiquer et jouer notre symphonie de sûreté: communication et formation
- Traiter avec l'orchestre entier: Approche holistique de la gestion du risque pour présenter un message cohérent aux travailleurs.

Pour cette conférence, nous présentons des outils de référence disponibles à tous, pour tester, entraîner et renforcer votre culture de sûreté de radioprotection.

**Karen Ann Johnson**

ELEKTA

**Co-Authors / Co-auteurs**

Bryan McIntosh, CancerCare Manitoba

**How Many RSOs Does it Take to change a Light Bulb?**

**(Part 1 of 2)**

This will be:

A simple overview as to what Gamma Knife (GK) is and why we use it.

**Combien de RRP sont nécessaires pour changer une ampoule ?**

**(Partie 1 de 2)**

Ceci sera :

Un aperçu de ce qu'est un Gamma Knife (GK) et des raisons pour lesquelles nous l'utilisons.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

General machine information, including # of sources, and configuration. (With a short video).  
 Nordion's RSO contribution-RS training for Nordion staff and trucking company staff/drivers (TDG).  
 Planning time for a project.  
 # of CNSC licenses needed (total 4)-Nordion, AOS, Elekta, facility.  
 Game day-source arrival! Facility RSO duties/Elekta RSO duties/Nordion RSO-security/drivers  
 Overview of exchange procedure.  
 Ship out-Facility RSO duties/Elekta RSO duties/Nordion RSO-security/drivers.

Les informations générales sur la machine, y compris le nombre de sources et la configuration (avec une courte vidéo).  
 La contribution du RRP de Nordion - Formation en radioprotection du personnel de Nordion, ainsi que du personnel et des chauffeurs de la compagnie de transport en transport de marchandises dangereuses de classe 7 (TMD).  
 Le temps de planification d'un projet.  
 Le nombre de permis de la CCSN requis (4 au total) - Nordion, AOS, Elekta, l'installation.  
 Le jour de l'échange – Arrivée de la source ! Les tâches du RRP de l'installation/du RRP d'Elekta/du RRP de Nordion – sécurité/chauffeurs  
 L'aperçu de la procédure d'échange.  
 L'expédition – Les tâches du RRP de l'installation/du RRP d'Elekta/du RRP de Nordion – sécurité/chauffeurs

**Dr. Alex Kwan**

University of Alberta / Alberta Health Services

**Co-Authors / Co-auteurs**

David Hatch, Alberta Health Services

**Lessons learned from monitoring prolonged fluoroscopic procedures**

Due to the concern that high radiation exposure to the patient's

**Leçons tirées de la surveillance des procédures fluoroscopiques prolongées**

En raison de la crainte qu'une exposition aux rayonnements



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

skin during prolonged fluoroscopic procedures may result in severe skin reaction that requires additional medical intervention, the AHS Edmonton Zone DI QC team has been assisting with the monitoring of the radiation exposure from fluoroscopic examinations performed in the Edmonton area. This monitoring program was initiated at selected departments back in 2017 but has since been expanded to most fluoroscopic procedures in the last couple of years. The current data suggests that while the number of cases that have reached or exceeded the monitoring threshold dropped at the beginning of the program, it has since leveled off in recent months. In this presentation, an overview of the monitoring program in its current form will be presented, and lessons learned from the program will be explored.

Objectives of this presentation:

1. To provide an overview of the monitoring program.
2. To examine the metric needed for proper monitoring.
3. To review the results of the monitoring program.
4. To explore possible improvements to the program.

élevée à la peau des patient·e·s au cours d'interventions fluoroscopiques prolongées puisse entraîner une réaction cutanée grave nécessitant une intervention médicale supplémentaire, l'équipe du contrôle de la qualité de l'imagerie diagnostique du Service de santé de l'Alberta de la région d'Edmonton a contribué à la surveillance de l'exposition aux rayonnements lors d'examens fluoroscopiques effectués dans la région d'Edmonton. Ce programme de surveillance a été lancé dans certains services en 2017, mais a depuis été étendu à la plupart des procédures fluoroscopiques effectuées au cours des deux dernières années. Les données actuelles suggèrent que même si le nombre de cas ayant atteint ou dépassé le seuil limite a diminué au début du programme, ce nombre de cas atteignant le seuil limite s'est depuis stabilisé au cours des derniers mois. Dans cette présentation, un aperçu du programme de surveillance dans sa forme actuelle sera présenté et les leçons tirées du programme seront explorées.

Objectifs de cette présentation :

1. Fournir un aperçu du programme de surveillance.
2. Examiner les mesures nécessaires pour une surveillance adéquate.
3. Examiner les résultats du programme de surveillance.
4. Explorer les améliorations possibles au programme.

**T. Lynn MacDonald**



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Radiation Safety Institute of Canada

## **Bridging Frameworks: A Comparison of Occupational Health and Safety's Hierarchy of Controls and the International System of Radiation Protection**

Those responsible for radiation protection in the workplace come to the role through many different pathways. Experience training Radiation Safety Officers and X-ray Safety Officers has revealed that while many will have previous radiation protection training, it is very common for those moving into these roles to come from Occupational Health and Safety or Industrial Hygiene.

Humans use mental models, or schema, to understand the world. They assimilate new information based on their existing schema. Those formally trained in radiation protection are well versed in the International System of Radiation Protection (ISRP), based on the fundamental principles of justification, optimization, and limitation as described in ICRP Publication 103. Those with training in Occupational Health and Safety or Industrial Hygiene in Canada or the United States work with a framework called the Hierarchy of Controls (HoC).

This presentation will compare these safety frameworks with consideration of how the schema of these two groups of radiation protection personnel may differ and look for obvious areas on which to build a common understanding of radiation protection in the workplace. Hopefully, consideration of this topic

## **Cadres de transition : Une comparaison de la hiérarchie des mesures de contrôle en santé et sécurité au travail et du Système international de radioprotection**

Les responsables de la radioprotection au travail accèdent à ce poste par de nombreuses voies différentes. L'expérience à former des responsables de radioprotection et des responsables de sécurité des rayons X a révélé que même si beaucoup d'entre eux ont déjà suivi une formation en radioprotection, il est très courant que les personnes qui accèdent à ces postes proviennent de secteurs comme la santé et sécurité du travail ou l'hygiène du travail.

Les humains utilisent des modèles mentaux, ou des schémas, pour comprendre le monde. Ils assimilent de nouvelles informations en fonction de leur schéma existant. Les personnes formellement formées en radioprotection connaissent bien le Système international de radioprotection (ISRP), basé sur les principes fondamentaux de justification, d'optimisation et de limitation tels que décrits dans la publication 103 de la CIPR. Celles et ceux qui ont une formation en santé et sécurité du travail ou en hygiène du travail au Canada ou aux États-Unis travaillent avec un cadre appelé hiérarchie des mesures de contrôle.

Cette présentation comparera ces cadres de sécurité en



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

will lead to improved communication and help safety professionals avoid misconceptions which might arise due to differences in foundational knowledge.

examinant la façon dont le schéma de ces deux groupes d'intervenants en radioprotection peut différer et recherchera des domaines évidents sur lesquels construire une compréhension commune de la radioprotection en milieu de travail. Espérons que l'examen de ce sujet conduira à une meilleure communication et aidera les professionnels de la sécurité à éviter les méprises qui pourraient surgir en raison de différences dans les connaissances fondamentales.

**Bryan McIntosh**

CancerCare Manitoba

**Co-Authors / Co-auteurs**

Deanne Dombrosky, Dr. Ingvar Fife: CancerCare Manitoba

Karen Ann Johnson, Elekta

**How Many RSOs Does It Take To Change A Light Bulb?  
(Part 2 of 2)**

Gamma Knife radiation therapy systems use a large array of precisely collimated Co-60 sources that are to treat brain tumours and perform some neurosurgeries without requiring major brain surgery. These Co-60 sources require replacement every five years to ensure that patients are treated in a reasonable time and to minimize changes in radiobiological effects due to a lower dose rate. Scheduling a source exchange is a complex affair, and can take up to two years to arrange depending on the location of the specialized loading equipment needed to transfer sources with

**Combien de RRP sont nécessaires pour changer une ampoule ?  
(Partie 2 de 2)**

Les appareils de radiothérapie Gamma Knife utilisent un grand nombre de sources de cobalt 60 collimatées avec précision afin de traiter des tumeurs cérébrales et réaliser certaines neurochirurgies de façon non invasives. Ces sources de cobalt 60 doivent être remplacées une fois tous les cinq ans afin de maintenir une durée de traitement raisonnable pour les patients et pour minimiser l'impact sur les effets radiobiologiques dus au débit de dose plus faible. La planification de l'échange des sources est complexe et peut prendre jusqu'à deux ans en



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

total activities in the hundreds of terabecquerels. CancerCare Manitoba has had several source exchanges since installing our first Gamma Knife system in 2003, and this presentation will detail what we have learned from these four procedures over the years. On the user side, a source exchange involves a great deal of work from petitioning senior management to fund the exchange, coordinating schedules with Elekta and the rigging team for delivery of the new source and removal of the old source to ensure that their staff are available, and ensuring that security will be present in case any security systems are disabled during the exchange. Beyond those physical concerns we will also discuss how we coordinate schedules between Neurology, Oncology, and Physics to ensure that all departments are aware of when the system will be unavailable and when Physics will need to schedule their staff for commissioning. Throughout the source delivery and removal process, there is also a great deal of communication required with the CNSC when receiving and shipping sources with high activities, well beyond what most modern radiation therapy departments deal with on a regular basis.

fonction de l'emplacement de l'équipement spécialisé de chargement de ces sources qui totalisent quelques centaines de térabecquerels. CancerCare Manitoba a procédé à plusieurs échanges de sources depuis l'installation de son premier Gamma Knife en 2003. Cette présentation détaillera ce que nous avons appris de ces quatre expériences au fil du temps. Du côté de l'utilisateur, l'échange de sources implique un travail important incluant la demande de fonds à la haute direction pour réaliser l'échange, la coordination de l'échéancier avec Elekta et l'équipe de montage pour la livraison des nouvelles sources et le retrait des vieilles sources, afin de s'assurer de sa disponibilité et de s'assurer que la sécurité sera présente si des dispositifs de sécurité doivent être désactivés durant l'échange. Au-delà de ces contraintes physiques, nous discuterons de la planification de l'intervention avec les services de neurologie, d'oncologie et de physique pour nous assurer que tous soient bien conscients de la période de non-disponibilité de l'équipement et de la période de mise en service des nouvelles sources par le Service de physique. Durant le processus d'échange, une communication plus importante qu'à l'habitude pour un centre de radiothérapie moderne est requise avec la CCSN pour la réception et l'expédition des sources de hautes activités.

**Chantal Medri**

Nuclear Waste Management Organization





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## Co-Authors / Co-auteurs

Thomas Reilly and Antoine Boyer (NWMO)

### Defining Human Receptors for Assessing Safety of Canada's Deep Geological Repository for Used Nuclear Fuel

The Nuclear Waste Management Organization (NWMO) is responsible for the implementation of Adaptive Phased Management. Under this plan, used nuclear fuel will ultimately be placed within a deep geological repository in a suitable host rock formation. The NWMO is currently in the siting process, working towards site selection at the end of 2024. Two areas remain in the site selection process: the Wabigoon Lake Ojibway Nation-Ignace area in north-western Ontario and the Saugeen Ojibway Nation-South Bruce area in southern Ontario. The NWMO has been developing preliminary post-closure safety analysis to support site selection.

A primary endpoint of a safety analysis is an estimate of potential doses that someone living in the area — a receptor — could receive in various scenarios. To measure repository performance and demonstrate safety, hypothetical doses for the receptors during that facility's operation (pre-closure) and after closure (post-closure) are compared to set dose benchmarks. The dose received largely depends on a person's lifestyle, specifically, their relationship with their environment.

### Définir les récepteurs humains pour évaluer la sûreté du dépôt géologique en profondeur pour le combustible nucléaire utilisé au Canada

La Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) est responsable de la mise en œuvre de la gestion adaptative progressive. Dans le cadre de ce plan, le combustible nucléaire utilisé sera ultimement placé dans un dépôt géologique en profondeur dans une formation rocheuse appropriée. La SGDN est actuellement en processus de sélection d'un site, en vue d'une sélection à la fin de l'année 2024. Deux zones restent dans le processus de sélection de sites : la région de la Nation ojibwée de Wabigoon Lake-Ignace dans le nord-ouest de l'Ontario et la région de la Nation ojibwée de Saugeen-South Bruce dans le sud de l'Ontario. La SGDN a élaboré une analyse préliminaire de la sûreté après fermeture pour appuyer la sélection du site.

L'un des principaux critères d'évaluation d'une analyse de sûreté est une estimation des doses potentielles qu'une personne vivant dans la zone — un récepteur — pourrait recevoir dans divers scénarios. Pour mesurer les performances du dépôt et démontrer la sûreté, les doses hypothétiques reçues par les récepteurs pendant l'exploitation de cette installation (pré-fermeture) et après la fermeture (post-fermeture) sont comparées à des références de dose établies. La dose reçue



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

The NWMO's site-specific safety analyses consider two different types of lifestyles: a most exposed group and illustrative local lifestyles. The most exposed group is a receptor designed to maximise potential dose and demonstrate that present regulatory limits would be met, independent of the potential landscape and social evolutions. The illustrative local lifestyles demonstrate repository's safety as it relates to local communities' current and past practices. Illustrative local lifestyles include various Indigenous, town resident, and rural lifestyles. This presentation describes the methodology for defining receptors during the pre-closure and post-closure phases, giving examples of receptors currently selected for safety analyses, the characteristics of each lifestyle, and exposure pathways relevant to each lifestyle.

dépend en grande partie du mode de vie de la personne, notamment de sa relation avec son environnement.

Les analyses de sûreté spécifiques aux sites de la SGDN prennent en compte deux types de modes de vie différents : un groupe le plus exposé et des modes de vie locaux représentatifs. Le groupe le plus exposé est un récepteur conçu pour maximiser la dose potentielle et démontrer que les limites réglementaires actuelles seraient respectées, indépendamment du paysage potentiel et des évolutions sociales. Les modes de vie locaux représentatifs démontrent la sûreté du dépôt en ce qui concerne les pratiques actuelles et passées des communautés locales. Les modes de vie locaux représentatifs comprennent divers modes de vie autochtones, citadins et ruraux. Cette présentation décrit la méthodologie pour définir des récepteurs pendant les phases pré-fermeture et post-fermeture, donnant des exemples de récepteurs actuellement sélectionnés pour les analyses de sûreté, les caractéristiques de chaque mode de vie et les voies d'exposition pertinentes pour chaque mode de vie.

**Dr. Kenneth Moats**

Health Canada

**Co-Authors / Co-auteurs**

Laura Close, Kenneth Moats, Raymond Ko and Depora Quayle, Health Canada



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## **Derivation and Comparison of the *Canadian Guidelines for the Management of Naturally Occurring Radioactive Materials'* Unrestricted Derived Release Limits**

Health Canada, in support to the Federal Provincial Territorial Radiation Protection Committee (FPTRPC), is currently updating the *Canadian Guidelines for the Management of Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM)*. The guidelines will support the various regulatory authorities across the provinces and territories and are intended to help harmonize protection of the public and workers within Canada. The updated guidelines will be comprised of 3 volumes: the first on radiation protection as it applies to NORM, the second on radon, and the third on NORM transportation. The third volume has been recently published and is being updated based on feedback from users and the Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC). The two other volumes are being completed and will clarify the scope of the guidelines, as well as recommendations related to worker protection strategies and, in particular the Unrestricted Derived Release Limits (UDRLs). This presentation will cover the current methodology used for the determination of the UDRLs for diffuse solid, liquid, and airborne releases. The UDRLs will be compared to the CNSC exemption and clearance levels, and the methodology will be compared to that used by the International Atomic Energy Agency (IAEA) in their recommendations for NORM release criteria. We will compare the differences and possible implications of the implementation of each method. In addition, an overview of some of the proposed updates to the

## **Dérivation et comparaison des limites de rejet dérivées inconditionnelles provenant des *Lignes directrices canadiennes pour la gestion des matières radioactives naturelles***

Pour soutenir le Comité de radioprotection fédéral-provincial-territorial (CRFPT), Santé Canada est en train de mettre à jour les *Lignes directrices canadiennes pour la gestion des matières radioactives naturelles (MRN)*. Les lignes directrices soutiendront les diverses agences règlementaires des provinces et territoires et visent à harmoniser la protection du public et des travailleurs au Canada. La nouvelle version des lignes directrices comprendra trois volumes : le premier volume portera sur la radioprotection appliquée aux MRN, le deuxième sur le radon et le troisième sur le transport des MRN. Le troisième volume a été publié récemment et est mis à jour en tenant compte de la rétroaction reçue des utilisateurs et de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Les deux autres volumes sont en cours d'achèvement et clarifieront la portée des lignes directrices, ainsi que des recommandations relatives aux stratégies de protection des travailleurs et, en particulier, les limites de rejet dérivées inconditionnelles (LRDIs). Cette présentation couvrira la méthodologie actuelle utilisée pour déterminer les LRDIs pour les rejets solides, liquides et aériens diffus. Les LRDIs seront comparées aux niveaux d'exemption et de libération de la CCSN et la méthodologie sera comparée à celle utilisée par l'Agence internationale d'énergie atomique (AIEA) dans leurs recommandations pour les critères de rejet des MRN. Nous comparerons les différences et les conséquences possibles de la



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

guidelines will be given.

mise en œuvre de chaque méthode. De plus, une vue d'ensemble de certaines mises à jour proposées aux lignes directrices sera présentée.

**Hiromi Nabeshi**

National Institute of Health Sciences (Japan)

**Co-Authors / Co-auteurs**

Tomoaki Tsutsumi, Akiko Hachisuka, Yohei Kataoka

**POSTER**

**Monitoring results of radioactive cesium concentration in Japanese food in fiscal year 2023**

Immediately after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident in March 2011, local governments and other entities in Japan started inspections for radionuclides in food. Since April 2012, inspections to detect radioactive cesium (r-Cs) in food based on the Japanese maximum limits (JMLs) have been conducted and results were published on the Ministry of Health, Labour and Welfare website.

To understand the current situation regarding r-Cs in Japanese food products and to make more efficient inspection plans, we analyzed the published inspection data by fiscal year and summarized r-Cs concentrations, detection rates, rates that exceeded the JMLs, and other factors by food category. The data for FY2023 were further divided into detailed food categories and then aggregated.

From April to December 2023, a total of 36,816 sample monitoring

**AFFICHE**

**Résultat de la surveillance de la concentration de césium radioactif dans les aliments japonais pour l'année fiscale 2023**

Immédiatement après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi en mars 2011, les gouvernements locaux et d'autres entités au Japon ont commencé à inspecter la présence de radionucléides dans les aliments. Depuis avril 2012, des inspections visant à détecter le césium radioactif (Cs-r) dans les aliments et basées sur les limites maximales japonaises (LMJ) ont été menées et les résultats ont été publiés sur le site Web du ministère de la Santé, du Travail et des Affaires sociales.

Pour comprendre la situation actuelle concernant le Cs-r dans les produits alimentaires japonais et pour élaborer des plans d'inspection plus efficaces, nous avons analysé les données d'inspection publiées par année fiscale et résumé les concentrations de Cs-r, les taux de détection, les taux dépassant les LMJ et d'autres facteurs par catégorie alimentaire. Les données pour l'année fiscale 2023 ont été divisées en



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

results had been released, of which 89% were undistributed foods and 11% were distributed foods. There were 136 samples (0.37%) that exceeded the JMLs, of which 88% were undistributed foods and 12% were distributed foods. Among the foods that exceeded the JMLs, 94% were from natural origins such as wild meat, wild vegetables, and wild mushrooms. Foods subject to controls, such as cultivated vegetables, fruits, cereals, and livestock products, that exceeded the JMLs were dried fruits manufactured on a trial basis for research purposes, and buckwheat with surfaces contaminated after harvest due to the use of contaminated farm equipment.

The current monitoring status of Japanese food products indicates that the concentration of r-Cs in almost all distributed food is well below the JMLs, and food products that exceed the JMLs are mostly limited to those sourced from natural origins.

In the presentation, aggregate results using published data for FY2023 (April 2023 to March 2024) will be shown.

catégories alimentaires détaillées, puis agrégées.

D'avril à décembre 2023, un total de 36 816 résultats de surveillance d'échantillons ont été publiés, dont 89 % étaient des aliments non distribués et 11 % étaient des aliments distribués. Il y avait 136 échantillons (0,37 %) qui dépassaient les LMJ, dont 88 % étaient des aliments non distribués et 12 % étaient des aliments distribués. Parmi les aliments qui dépassaient les LMJ, 94 % étaient d'origine naturelle, comme la viande sauvage, les légumes sauvages et les champignons sauvages. Les aliments soumis à des contrôles, tels que les légumes cultivés, les fruits, les céréales et les produits d'élevage, qui dépassaient les LMJ étaient des fruits secs fabriqués à titre d'essai à des fins de recherche et le sarrasin dont les surfaces étaient contaminées après la récolte en raison de l'utilisation d'équipements agricoles contaminés.

L'état actuel de la surveillance des produits alimentaires japonais indique que la concentration de Cs-r dans presque tous les aliments distribués est bien inférieure aux LMJ, et que les produits alimentaires qui dépassent les LMJ sont pour la plupart limités à ceux d'origines naturelles.

Dans la présentation, les résultats agrégés utilisant les données publiées pour l'année fiscale 2023 (avril 2023 à mars 2024) seront présentés.

**H. Burçin Okyar**

International Atomic Energy Agency (IAEA)



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## Co-Authors / Co-auteurs

Jizen Ma, Miroslav Pinak (IAEA)

### An Information exchange platform for NORM (ISEMIR-N)

The IAEA is the one of the leading international organisations in establishing and maintaining the information exchange platforms, such as Information System on Occupational Exposure in Medicine, Industry and Research (ISEMIR), which is a tool to improve implementation of optimization of occupational radiation protection for interventional cardiology facilities (ISEMIR-IC) and for non-destructive testing companies carrying out industrial radiograph (ISEMIR-IR).

With the experience gained from the operation of ISEMIR modules, UMEX and others and demand from Member States to strengthen their capabilities for the realistic assessment of radiological impacts of NORM, a new web-based module (so-called ISEMIR-N) has been developed to improve the optimization of occupational radiation protection in different industrial processes involving Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) through regular collection and maintenance of data on occupational exposure. The ISEMIR-N covers all NORM industrial processes and offers a model for dose assessment, but not in character of a dose registry and aims to enhance the worker protection through strengthening and harmonizing the radiation protection programmes for different NORM involving industrial operations and processes.

### Une plateforme d'échange d'informations pour les MRN (ISEMIR-N)

L'AIEA est l'une des principales organisations internationales à établir et maintenir des plateformes d'échange d'informations telles que le Système sur l'exposition professionnelle en médecine, dans l'industrie et dans la recherche (ISEMIR, en anglais), un outil permettant d'améliorer la mise en œuvre de l'optimisation de la radioprotection professionnelle pour les installations de cardiologie interventionnelle (ISEMIR-IC) et pour les entreprises de contrôle non destructif qui effectuent des radiographies industrielles (ISEMIR-IR).

Grâce à l'expérience acquise du fonctionnement des modules ISEMIR, UMEX et autres, et à la demande des États membres de renforcer leurs capacités d'évaluation réaliste des impacts radiologiques des MRN, un nouveau module en ligne (appelé ISEMIR-N) a été développé pour améliorer l'optimisation de la radioprotection professionnelle dans divers processus industriels impliquant des matières radioactives naturelles (MRN) grâce à la collecte et la mise à jour régulières de données sur l'exposition professionnelle. L'ISEMIR-N couvre tous les procédés industriels impliquant des MRN et offre un modèle pour l'évaluation des doses, mais pas un registre de doses. Il vise à améliorer la protection des travailleurs en renforçant et en harmonisant les programmes de radioprotection pour les différents procédés et



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

<p>Design has been completed by March 2019 and IT development has been initiated by June 2021. The initial design characteristics were evaluated with an IAEA Technical Meeting that was organized in November 2021 attended by 69 official participants from 41 Member States.</p> <p>The ISEMIR-N platform is in use with 54 users from 51 organisations.</p> <p>The module with its conceptual background, organizational characteristics, technical content and interfaces will be described.</p>	<p>exploitations industriels impliquant des MRN.</p> <p>La conception a été terminée en mars 2019 et le développement informatique a commencé en juin 2021. Les caractéristiques initiales de la conception ont été évaluées lors d’une réunion technique de l’AIEA organisée en novembre 2021, à laquelle ont participé 69 officiels de 41 États membres.</p> <p>La plateforme ISEMIR-N est utilisée par 54 utilisateurs provenant de 51 organisations.</p> <p>Le contexte conceptuel, les caractéristiques organisationnelles, le contenu technique et les interfaces du module seront décrits.</p>
---	---

<p><b>Randolph Paura</b> Dynamic Laser Solutions, Inc.</p> <p><b>Co-Authors / Co-auteurs</b> Barbara Sams Contrata, Samata Enterprises LLC</p>	
--	--

<p style="text-align: center;"><b>Industrial Laser Incident-Accident Report Forms</b></p> <p>This paper and presentation discuss the importance of Incident/Accident report forms in the context of a written laser safety program. It emphasizes the need, as identified by ANSI Z136.1 “Safe Use of Lasers”, for addressing actual or suspected laser radiation over-exposures and conducting incident investigations. It is noted that while other agencies or healthcare providers may have the requisite report forms, these may not always be sufficient for effective root cause determination.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Formulaires de rapport d’incidents et accidents laser dans l’industrie</b></p> <p>L’importance des rapports d’incidents/accidents dans le cadre d’un programme écrit de protection laser sera traitée dans cette présentation. La norme ANSI Z136.1 « Utilisation sécuritaire des lasers » exige que les incidents de surexposition aux rayonnements laser, réels ou potentiels, soient traités et enquêtés. Bien que les agences réglementaires ou les prestataires de soins de santé aient les formulaires de rapport requis, ceux-ci ne sont pas nécessairement suffisants pour</p>
--	--



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Where a diligent Laser Safety Officer (LSO) or Environmental Health and Safety (EH&S) committee would conduct simulated laser incidents, an element often overlooked is including the creation of an injury report form in response to the hypothetical event. In cases where such forms are not readily available, this paper provides two suggested report forms (ocular and body), along with a review of an actual suspected injury to demonstrate their utility. Complementary to this is a suggested incident investigation report form for those facilities that do not have an established document for such. This comprehensive approach ensures a robust written laser safety program, facilitating effective incident response and prevention in the workplace. By following the guidance provided, users can ensure they are achieving Light Applied, Safely, Efficiently, and Reliably (a play on the L.A.S.E.R. acronym attributed by this author to Dr. David Sliney, Ph.D.).

déterminer la cause première de l'incident. Lorsqu'un responsable de la sécurité laser ou un comité de santé et sécurité diligent simulent un incident causé par un laser, remplir un rapport d'incident pour cet événement hypothétique est souvent oublié. Dans le cas où ces formulaires ne seraient pas facilement accessibles, cette présentation fournit deux suggestions de formulaires (oculaire et corps), ainsi que l'examen d'une réelle blessure soupçonnée afin de démontrer l'utilité de ces rapports. En complément, un formulaire de rapport d'enquête d'un incident est suggéré pour les installations n'ayant pas déjà élaboré leur formulaire. Cette approche globale garantit un programme écrit de sécurité laser solide, facilitant une réponse efficace aux incidents et à la prévention dans le milieu de travail. En suivant les conseils fournis, les utilisateurs peuvent s'assurer qu'ils utilisent la Lumière Appliquée, Sécuritairement, Efficacement et séRieusement (jeu de mots avec l'acronyme L.A.S.E.R, attribué par l'auteur à Dr David Sliney, Ph. D.).

**Randolph Paura**

Dynamic Laser Solutions, Inc.

**Co-Authors / Co-auteurs**

Barbara Sams Contrata, Samata Enterprises LLC

**Industrial Laser Risk Assessment**

This paper and presentation address the critical aspect of industrial laser risk assessment, emphasizing its importance at

**Évaluation des risques des lasers industriels**

Cette présentation aborde l'aspect critique de l'évaluation des risques liés aux lasers industriels, en soulignant son importance





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

the onset of projects to ensure success in terms of budget, quality, productivity, safety, and compliance. A common misconception that Tables 12 and 13 alone from ANSI Z136.1-2022 “Safe Use of Lasers” are sufficient for a risk assessment speaks to the need for understanding what is meant for a risk assessment and what is required.

Content reviews first the foundational document IEC/ISO Guide 51 “Safety Aspects – Guidelines for their Inclusion in Standards”, which provides practical guidance to drafters of standards to assist them in including safety aspects in standards (ANSI, IEC, ISO, and others). The underlying principles of this Guide can also be used wherever safety aspects require consideration, and as a useful reference for other stakeholders such as designers, manufacturers, service providers, policy-makers and regulators.

It then reviews how general equipment recommendations from ISO 12100 or ANSI B11.0 can be incorporated into a format or template specifically designed for industrial laser systems, particularly those used in the manufacturing sector. Additional recommendations are identified from Occupational Safety and Health organizations globally. The aim is to provide a comprehensive approach to risk assessment that goes beyond existing standards, as no one set format or template currently exists, but there is a trend! It underscores the need for a thorough and well-structured risk assessment process to ensure safety and compliance in the use of industrial laser systems. By following the guidance provided, users can ensure they are

dès le début des projets pour garantir le succès en matière de budget, de qualité, de productivité, de sécurité et de conformité. Une idée fausse courante selon laquelle les tableaux 12 et 13 de la norme ANSI Z136.1-2022 « Utilisation sécuritaire des lasers » à eux seuls sont suffisants pour une évaluation des risques témoigne de la nécessité de comprendre ce que signifie une évaluation des risques et ce qui est requis.

Le contenu examine d'abord le document fondamental Guide CEI/ISO 51 « Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes », qui fournit des conseils pratiques aux rédacteurs de normes pour les aider à inclure les aspects liés à la sécurité dans les normes (ANSI, CEI, ISO et autres). Les principes sous-jacents de ce guide peuvent également être utilisés chaque fois que des aspects liés à la sécurité doivent être considérés, et comme référence utile pour d'autres parties prenantes telles que les concepteurs, les fabricants, les prestataires de services, les législateurs et les organismes de réglementation.

Il examine ensuite comment les recommandations générales en matière d'équipement de la norme ISO 12100 ou ANSI B11.0 peuvent être intégrées dans un format ou un modèle spécifiquement conçu pour les systèmes laser industriels, en particulier ceux utilisés dans le secteur manufacturier. Des recommandations supplémentaires sont identifiées par les organisations de santé et sécurité au travail du monde entier. L'objectif est de fournir une approche globale de l'évaluation des risques qui va au-delà des normes existantes, car il n'existe



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

achieving Light Applied, Safely, Efficiently, and Reliably (a play on the L.A.S.E.R. acronym attributed by this author to Dr. David Sliney, Ph.D.).

actuellement aucun format ou modèle, mais il y a une tendance ! Cela souligne la nécessité d'un processus d'évaluation des risques approfondi et bien structuré pour garantir la sécurité et la conformité lors de l'utilisation des systèmes laser industriels. En suivant les conseils fournis, les utilisateurs peuvent s'assurer qu'ils utilisent la Lumière Appliquée, Sécuritairement, Efficacement et séRieusement (jeu de mots avec l'acronyme L.A.S.E.R, attribué par l'auteur à Dr David Sliney, Ph. D.).

**Dr. Dustin Pearson**

University of Calgary

**Co-Authors / Co-auteurs**

John M. Danforth, Selim Khan, Evangeline L. Eldridge, Tiago A. Morais, Cathryn Ryan, Joshua M. Taron, Dr. Aaron A. Goodarzi:  
University of Calgary

**The human behavioral, built environmental and socio-demographic variables of residential alpha particle radiation doses to the lungs**

Our goal is to understand alpha particle radiation doses to the lungs from the inhalation of residential radon gas (and its progeny) within the Canadian population, as radon is a leading cause of lung cancer. To do this, we have analyzed multiple variables that alter exposure, such as the building characteristics (i.e., property size, insulation levels, window glazing, year of construction, etc.) and how radon levels within indoor air dynamically fluctuate in real time (i.e., radon's indoor air

**Les variables comportementales humaines, environnementales construites et sociodémographiques des doses de rayonnements aux poumons provenant de particules alpha résidentielles**

Notre but est de comprendre les doses de rayonnement des particules alpha reçues par les poumons provenant de l'inhalation du gaz radon résidentiel (et de ses produits de filiation) au sein de la population canadienne, car le radon est l'une des principales causes du cancer du poumon. Pour faire cela, nous avons analysé plusieurs modificateurs de l'exposition, telle que les caractéristiques du bâtiment (p. ex. : taille du bâtiment, niveaux d'isolation, vitrage des fenêtres, année de



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

dynamics). As part of this work, the Evict Radon National Study team collected and analyzed hourly real time radon levels in a case study of 50 residential properties located in the Canadian Prairies over one or more years. I will describe radiation exposure outcomes and knowledge derived from >0.6 million continuous hourly radon readings expressed as a function of building, geographic, and seasonal variability. I will also contextualize these case study findings using the ~100,000 nationwide residential radon readings that form the basis of the upcoming 2024 Cross-Canada Radon Report.

Using both datasets, I will present a detailed perspective on the how the indoor air dynamics of radon is modified by both residential property characteristics, seasonal weather fluctuations, and human behaviour to define personalized and population radiation doses to the lungs from radon. Finally, I will demonstrate predictive models that describe the building characteristics most often associated with radon doses across the health-impacting range, highlighting the correlative and causative factors underlying Canada's substantial and worsening radon gas exposure problem.

construction, etc.) et la façon dont les niveaux de radon fluctuent en temps réel (c.-à-d. la dynamique du radon dans l'air intérieur). Dans le cadre de ce travail, l'équipe de l'Étude nationale *Evict Radon* a recueilli et analysé les niveaux de radon horaires en temps réel dans une étude de cas portant sur 50 propriétés résidentielles situées dans les Prairies canadiennes sur une ou plusieurs années. Je décrirai les résultats de l'exposition aux rayonnements et les connaissances tirées de plus de 0,6 million de relevés horaires en continu de radon, exprimés en fonction de la variabilité des bâtiments, de la région et des saisons. Je vais également contextualiser les résultats de cette étude de cas à l'aide des quelque 100 000 relevés de radon résidentiel à l'échelle nationale qui constituent la base du rapport pancanadien sur le radon qui sera publié en 2024.

En utilisant les deux ensembles de données, je présenterai une perspective détaillée sur la manière dont la dynamique du radon dans l'air intérieur est modifiée par les caractéristiques des propriétés résidentielles, les fluctuations météorologiques saisonnières et le comportement humain pour définir les doses de rayonnements personnalisées et à la population aux poumons dues au radon. Enfin, je présenterai des modèles prédictifs qui décrivent les caractéristiques des bâtiments les plus souvent associées aux doses de radon dans toute la gamme d'impact sur la santé, mettant en évidence les facteurs corrélatifs et causaux sous-jacents au problème important et croissant de l'exposition substantielle et croissante au radon au Canada.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

<p><b>Benjamin Prieur</b> Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)</p> <p><b>Co-Authors / Co-auteurs</b> Billy Petrushko – CNSC Safeguards Officer</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Safeguards in Canada</b></p> <p>The CNSC is working on improving safeguards reporting on small quantities of nuclear material used in universities, research institutions and industrial locations. The CNSC’s Location Outside Facilities or LOF creation project, which aims to build awareness and commitment to reporting of small quantities, is well underway with new locations being created at Canadian Universities and other institutions. Our presentation is intended to provide an introduction to safeguards and to outline nuclear material reporting requirements for institutions having small quantities of nuclear material.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Garanties au Canada</b></p> <p>La CCSN travaille à améliorer les rapports sur les garanties concernant les petites quantités de matières nucléaires utilisées par les universités, les établissements de recherche et les sites industriels. Le projet de création d’emplacements hors installations, qui vise à sensibiliser et à susciter l’engagement à déclarer de petites quantités, est en bonne voie avec la création de nouveaux emplacements dans des universités canadiennes et d’autres institutions. Notre présentation vise à fournir une introduction aux garanties et à décrire les exigences en matière de déclaration des matières nucléaires pour les institutions détenant de petites quantités de matières nucléaires.</p>
<p><b>Yinglan Pu</b> University of Alberta</p>	
<p><b>Safely developing an <sup>18</sup>F-Labeling Maltose Dendrimer Radiotracer for Positron Emission Tomography (PET) Imaging of Heparanase</b></p> <p><b>Background:</b> Heparanase, the only mammalian enzyme capable of degrading heparan sulfate (HS), plays a crucial role in various</p>	<p><b>Développement sécuritaire d'un radiotracer à base de dendrimère de maltose marqué au fluor 18 pour l'imagerie de l'héparanase par tomographie par émission de positons (TEP)</b></p> <p><b>Contexte :</b> L'héparanase, la seule enzyme mammifère capable de dégrader l'héparane sulfate (HS), joue un rôle crucial dans divers</p>



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

cellular processes including angiogenesis, inflammation, and cancer cell metastasis. Its overexpression in cancer cells makes it an attractive target for anti-cancer therapies. However, the development of heparanase-targeting radiotracers for positron emission tomography (PET) diagnostic imaging or for cancer treatments has been limited. In this study, we utilized a dendrimer HS glycomimetic heparanase inhibitor as a precursor to develop a Fluorine-18 labeled PET imaging agent.

**Methods and Results:** Our radiotracer was crafted by replacing one arm of the dendrimer with a fragment containing a silicon-fluoride acceptor (SiFA) moiety. Assessment of the radiotracer's binding to heparanase was conducted using a colorimetric affinity assay based on Ferro's method, yielding a reasonable 200 nM  $IC_{50}$ . Fluorine-18 was effectively introduced to the SiFA group using an improved isotopic exchange reaction, resulting in a radiochemical yield of  $93\% \pm 0.5\%$ . This is followed by a brief 15-minute chemistry step to form the radiotracer. Subsequent HPLC purification and solvent removal were performed, yielding a sample ready for animal injection.

**Conclusion:** We have developed a novel F-18 labeled heparanase inhibitor for oncological PET imaging. Future steps involve in vitro and in vivo analysis in various breast cancer models. The precautions for radiation protection have been outlined, ensuring safety during the labeling process.

processus cellulaires, notamment l'angiogenèse, l'inflammation et les métastases des cellules cancéreuses. Sa surexpression dans les cellules cancéreuses en fait une cible intéressante pour les thérapies anticancéreuses. Cependant, l'élaboration de radiotraceurs ciblant l'héparanase pour l'imagerie diagnostique par tomographie par émission de positons (TEP) ou pour les traitements anticancéreux a été limitée. Dans cette étude, nous avons utilisé un inhibiteur glycomimétique de l'héparanase sous forme de dendrimère HS comme précurseur pour élaborer un agent d'imagerie par TEP marqué au fluor 18.

**Méthodes et résultats :** Notre radiotracer a été créé en remplaçant un bras du dendrimère par un fragment contenant un groupement accepteur de fluorure de silicium (SiFA). L'évaluation de la liaison du radiotracer à l'héparanase a été réalisée à l'aide d'un test d'affinité colorimétrique basé sur la méthode de Ferro, qui a donné une  $CI_{50}$  raisonnable de 200 nM. Le fluor 18 a été introduit efficacement dans le groupe SiFA à l'aide d'une réaction d'échange isotopique améliorée, donnant un rendement radiochimique de  $93\% \pm 0,5\%$ . Cette réaction est suivie d'une brève étape chimique de 15 minutes pour former le radiotracer. La purification par HPLC et l'élimination des solvants ont été effectuées, ce qui a permis d'obtenir un échantillon prêt pour l'injection chez l'animal.

**Conclusion :** Nous avons mis au point un nouvel inhibiteur de l'héparanase marqué au fluor 18 pour l'imagerie oncologique par



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

TEP. Les prochaines étapes comprennent les analyses *in vitro* et *in vivo* dans divers modèles de cancer du sein. Les précautions de radioprotection ont été décrites, garantissant la sécurité pendant le processus de marquage.

**Manon Rouleau**

Radioprotection Inc.

**Co-Authors / Co-auteurs**

Stéphane Jean-François, Radioprotection Inc.

## **Challenges of Implementing a New Radiation Protection Program In Dentistry in Québec**

In 2022, following a consultation with all stakeholders, Health Canada amended its guidelines on radiation protection in dentistry with the publication of a new standard entitled “*Radiation Protection in Dentistry: Safety Procedures for the Installation, Use and Control of Dental X-ray Equipment - Safety Code 30 (2022)*”. The previous standards dated from 1999.

The objective of the 2022 standard is to update and standardize radiation protection practices across the country. It considers the new technologies available in dentistry, such as portable equipment, cone-beam computed tomography (CBCT) and digital sensors. It also includes the most recent international radiation protection standards and the latest Canadian legislative changes (2018) concerning design, construction and operating criteria for dental X-ray equipment.

## **Défis d’implantation de nouvelles normes de radioprotection en dentisterie au Québec**

En 2022, à la suite d’une consultation des parties prenantes, Santé Canada a modifié ses lignes directrices sur la radioprotection en dentisterie en publiant la nouvelle norme « *Radioprotection dans l’exercice de la dentisterie : Procédures de sécurité pour l’installation, l’utilisation et le contrôle des appareils de radiographie dentaire – Code de sécurité 30 (2022)* ». La norme précédente datait de 1999.

L’objectif de la norme 2022 vise à mettre à niveau et uniformiser les pratiques de radioprotection au pays. Elle tient compte des nouvelles technologies disponibles en dentisterie comme les appareils portatifs, tomographes volumiques par faisceau conique (TVFC) et capteurs numériques. Elle tient compte des plus récentes normes internationales de radioprotection et des derniers changements législatifs canadiens (2018) portant sur la



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

There are more than 2000 dental clinics in Québec (including academic clinics and hospital clinics). Nearly 10,000 dental X-ray machines are in use throughout the province, including more than 500 CBCT. Radiation protection regulations for dentistry are from 1981, and no upgrades have been announced.

Although several elements of these new guidelines reinforce radiation protection practices, others are in opposition with Québec regulations. In this context, medical organizations, professional orders and associations have taken an individual interest in the implementation, in whole or in part, of this new standard, targeting, for example, use of portable equipment (banned in Québec's private clinics), or quality control conducted by radiation protection experts.

We present the case of the *Ordre des hygiénistes dentaires du Québec*, which has opted for a holistic approach that will both better equip its members and train the next generation in radiation protection. We will discuss these initiatives from the perspective of ALADA (**A**s **L**ow **A**s **D**iagnostically **A**chievable) and the latest UNSCEAR data on population doses from medical procedures.

conception, la construction et le fonctionnement des appareils à rayons X dentaires.

Au Québec, il y a plus de 2000 cliniques dentaires (incluant celles en milieu académique et hospitalier). Près de 10 000 appareils de radiographie dentaire y sont utilisés, dont plus de 500 TVFC. La réglementation en radioprotection en dentisterie date de 1981 et aucune mise à niveau n'est annoncée.

Bien que plusieurs éléments de cette nouvelle norme renforcent les pratiques de radioprotection, d'autres sont en opposition avec la réglementation québécoise. Dans ce contexte, des organisations médicales, ordres professionnels et associations professionnelles, se sont intéressés individuellement à l'implantation, complète ou partielle, de cette nouvelle norme, en ciblant par exemple, l'utilisation d'appareils portatifs (interdits en clinique privée au Québec), ou encore les vérifications de contrôle de qualité par les experts en radioprotection.

Nous présentons le cas de l'Ordre des hygiénistes dentaires du Québec, qui a choisi une approche holistique permettant à la fois de mieux outiller ses membres et de former la relève en radioprotection. Nous traiterons de ces initiatives en incluant l'optique d'ALADA (aussi faible que possible sans affecter la qualité diagnostique de l'image) et les plus récentes données de UNSCEAR sur les doses populationnelles provenant des procédures médicales.

Meghan Sanderson



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

McMaster University

**Anthony J. MacKay Student Paper Contest Finalist**

## RDS-112 Cyclotron Facility Decommissioning

### Background

The RDS-112 cyclotron facility, consisting of an 11 MeV self-shielded cyclotron, was located in the McMaster University Medical Centre in Hamilton, ON. This facility was operated from 1990-2018, producing radioisotopes for medical imaging and research; primarily F-18 along with C-11, N-13 and O-15. The McMaster University Health Physics Department provided radiation safety support throughout the lifetime of the facility. By 2018, when all operations ceased, the cyclotron was owned by the Centre for Probe Development and Commercialization, . All sealed and unsealed radioactive material was removed and it was determined that the facility would be decommissioned. However, the problem at hand was determining the process, as the option to remove the cyclotron as a whole was expensive and not feasible. The final decision was to dismantle the cyclotron and its related components, with the work being planned and led by McMaster Health Physics.

### Methods

Samples and measurements of the internal components and the surrounding concrete shielding were taken to characterize and estimate the extent of activation. From this data, the decommissioning plan was created. In April 2023, researchers at Kings College London (KCL) identified 82 components of the RDS cyclotron which they could use for their own cyclotron. These components were removed, surveyed and cleared for release for shipment. All 82 components

## Mise hors service de l'installation cyclotron RDS-112

### Contexte

L'installation cyclotron RDS-112, composée d'un cyclotron autobloqué de 11 MeV était située au centre médical de l'Université McMaster, à Hamilton, Ontario. Cette installation a été exploitée de 1990 à 2018, produisant des radio-isotopes pour l'imagerie médicale et la recherche, principalement du fluor 18, du carbone 11, de l'azote 13 et de l'oxygène 15. Le service de radioprotection de l'Université McMaster a fourni un soutien en matière de radioprotection pendant toute la durée de vie de l'installation. En 2018, moment où toutes les activités ont cessé, le cyclotron était la propriété du *Centre for Probe Development and Commercialization*. Tout le matériel radioactif scellé et non scellé a été retiré et il a été décidé que l'installation serait déclassée. Cependant, le problème était de déterminer le processus, car l'option de retirer le cyclotron dans son ensemble était coûteuse et irréalisable. La décision finale a été de démanteler le cyclotron et ses composantes connexes, les travaux étant planifiés et dirigés par le service de radioprotection de McMaster.

### Méthode

Des échantillons et des mesures des composantes internes et du blindage en béton environnant ont été prélevés afin de caractériser et d'estimer l'étendue de l'activation. Le plan de déclassement a été créé à partir de ces données. En avril 2023, les chercheurs du King's College de Londres (KCL) ont identifié 82 composantes du cyclotron RDS qu'ils





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

showed activation below exemption quantities or below minimum detection limits. In June 2023, an opening was created in the exterior wall of the building and the demolition commenced. Air sample measurements were taken during the demolition of the concrete shields to determine if this generated any airborne contamination. Daily contamination surveys were performed to ensure that no loose contamination was generated. The demolition began with the 6 surrounding concrete shields which contained majority of the total material, working towards the central components of the cyclotron. The shields were demolished in sections from which representative samples were taken and analyzed. All samples were surveyed for both loose and fixed contamination using contamination and dose rate meters prior to being removed from the building. Further analysis was performed using low-energy gamma spectroscopy along with liquid scintillation to characterize and quantize what, if any, activation products were present.

## Results

The pre-demolition samples showed that the activation was mostly localized to the metal components around the ion source, extraction ports and target stations. The inner six inches of the concrete shields also showed low levels of activation. As demolition proceeded, the analysis confirmed that the activity levels of majority of the material were well below the exempt and unconditional clearance limits and was able to be unconditionally released. The lead shielding surrounding the targets also showed no activity above the minimum detectable limits. Approximately 56,600 Kg of material was exempt or unconditionally cleared, and approximately 5,700 Kg is considered to be potentially radioactive. The activated components not able to be unconditionally released were found to be parts of the more

pourraient utiliser dans leur propre cyclotron. Ces composantes ont été retirées, examinées et autorisées à être expédiées. Les 82 composantes ont démontré un niveau d'activation inférieur aux quantités d'exemptions ou aux limites minimales de détection. En juin 2023, une ouverture a été créée dans le mur extérieur du bâtiment et la démolition a commencé. Des mesures d'échantillons d'air ont été effectuées pendant la démolition du blindage en béton afin de déterminer si de la contamination aérienne était générée. Des contrôles quotidiens de contamination ont été effectués pour s'assurer qu'aucune contamination non fixée n'était générée. La démolition a commencé par les six blindages en béton environnant, qui contenant la majorité des matériaux, en se dirigeant vers les composantes centrales du cyclotron. Les blindages ont été démolis par sections à partir desquelles des échantillons représentatifs ont été prélevés et analysés. Tous les échantillons ont fait l'objet d'un contrôle de contamination libre et fixe à l'aide de contaminamètres et de débitmètre avant d'être retirés du bâtiment. Une analyse plus poussée a été effectuée à l'aide de la spectroscopie gamme à basse énergie et de la scintillation liquide afin de caractériser et de quantifier quels produits d'activation étaient présents, le cas échéant.

## Résultats

Les échantillons avant la démolition ont démontré que l'activation était principalement localisée dans les composantes métalliques autour de la source d'ions, des ports d'extraction et des stations cibles. Les six pouces intérieurs des blindages de béton ont également démontré de faibles niveaux d'activation. Au fur et à mesure de la démolition, les analyses ont confirmé que les niveaux d'activité de la majorité des matériaux étaient bien en dessous des limites d'exemption et de libération inconditionnelle et qu'ils pouvaient être retirés sans



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

centralized components, consisting of a small section of the North and bottom steel shields surrounding the magnet, two floor tracks, I-beams and a localized portion of the upper and lower magnets near the targets. These remaining materials will be kept under McMaster's consolidated license until a plan for conditional release or radioactive waste disposal is finalized.

## Conclusion

This project was the first of its kind in Canada completed under a Canadian Nuclear Safety Committee (CNSC) licence to decommission an isotope production accelerator facility. The decision to dismantle the cyclotron resulted in majority of materials being unconditionally released, in addition to many of the parts being reused in the RDS cyclotron at Kings College. This proves to be a viable alternative to the expensive option of removing the cyclotron as a whole.

condition. Le blindage de plomb entourant les cibles ne présentait pas non plus d'activité supérieure aux limites minimales détectables. Environ 56 600 kg de matériel ont été exemptés ou retirés sans condition et environ 5 700 kg sont considérés comme potentiellement radioactifs. Les composantes activées qui n'ont pas pu être retirées sans condition se sont avérées être des composantes près du centre, à savoir une petite section des blindages d'acier nord et inférieur entourant l'aimant, deux rails de plancher, des poutres et une portion localisée des aimants supérieurs et inférieurs près des cibles. Ces matériaux restants seront conservés sous le permis consolidé de McMaster jusqu'à ce qu'un plan de retrait conditionnel ou d'élimination de déchets radioactifs soit finalisé.

## Conclusion

Ce projet était le premier de ce type au Canada, réalisé dans le cadre d'un permis délivré par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) pour la mise hors service d'une installation d'accélérateur de production d'isotopes. La décision de démanteler le cyclotron a entraîné le retrait inconditionnel de la majorité de matériels, et plusieurs parties ont été réutilisées par le cyclotron RDS du King's College. Cela s'avère être une solution de remplacement viable à une option coûteuse consistant à enlever le cyclotron comme un tout.

**Ali Shoushtarian**

The Ottawa Hospital

**Co-Authors / Co-auteurs**

Michèle Légaré, The Ottawa Hospital



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## **TDG new site registration. Do you need to register? What else is coming?**

Public safety depends on Transport Canada (TC) knowing who is importing, offering for transport, handling, or transporting dangerous goods (DG) activities in Canada, what, when, and how, so we can mitigate risks.

In response to recommendations from the Office of the Auditor General of Canada, TC is introducing new regulatory Site Registration Requirements through the Client Identification Database (CID) for organizations involved in DG activities to register and share information about their activities. Those who handle, offer for transport, transport or import dangerous goods will be required to register with CID. The CID created a major ripple among Canadian industry when it was first proposed. It should help Transport Canada get a clearer picture of dangerous goods operations across Canada and be a useful tool in improving the TDGR and related safety systems. This presentation will provide an overview on who, how and when you need to register with CID. We will also highlight upcoming new training requirements and how we established the boundaries between TDG and other regulations such as WHIMS.

## **Inscription au nouveau site du TMD. Avez-vous besoin de vous inscrire ? Qu'est-ce qui s'en vient ?**

La sécurité publique dépend de la capacité de Transports Canada (TC) à savoir qui importe, présente au transport, manutentionne ou transporte des marchandises dangereuses (MD) au Canada, quoi, quand et comment, afin de pouvoir atténuer les risques.

En réponse aux recommandations du Bureau du vérificateur général du Canada, TC introduit de nouvelles exigences réglementaires d'inscription des sites par le biais d'une base de données d'identification des clients (BDIC) pour les organisations participant aux activités liées aux MD afin d'enregistrer et de partager des informations concernant leurs activités. Il sera exigé à celles qui manutentionnent, présentent au transport, transportent ou importent des marchandises dangereuses de s'inscrire à la BDIC. Lorsque proposée, la BDIC a provoqué un grand émoi au sein de l'industrie canadienne. Elle devrait aider Transports Canada à avoir un portrait plus précis des activités liées aux marchandises dangereuses au Canada et constituer un outil utile pour améliorer le RTMD et les systèmes de sécurité connexes. Cette présentation fournira un aperçu de qui doit s'inscrire à la BDIC, quand et comment le faire. Nous présenterons aussi les nouvelles exigences de formation à venir et comment nous avons établi les limites entre le TMD et les autres règlements, tels que le SIMDUT.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Jenna Smith-Windsor

Saskatchewan Research Council

## NORM Characterization

The Canadian Guidelines for the Management of Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) set out principles and procedures for the detection, classification, handling, and material management of NORM in Canada. NORM which includes radioactive elements found in the environment including long-lived elements of uranium, thorium, and potassium, and any of their radioactive decay products, such as radium and radon. Although the concentrations of NORM in most natural substances is low, higher concentrations may arise as the result of human activities. Disposal of NORM sources also requires consideration of the effects of dilution, possible reconcentration of the material in the environment, and the manner in which the material may deliver radiation doses to the public.

To assist in NORM material management, Derived Release Limits (DRLs) have been determined from the annual radiation dose limits. The DRLs provide an estimate for public dose from measured releases of NORM. A radiation assessment or characterization of the radiological properties may compare measurement results to DRLs. DRLs for the amount and concentration of NORM materials that meet this criterion have been calculated and are presented in the Guidelines as Unconditional Derived Release Limits (UDRLs).

The Saskatchewan Research Council (SRC) Environmental

## Caractérisation des MRN

Les lignes directrices canadiennes pour la gestion des matières radioactives naturelles (MRN) définissent des principes et des procédures pour la détection, la classification, la manipulation et la gestion des MRN au Canada. Les MRN comprennent les éléments radioactifs présents dans l'environnement, notamment les éléments de longue demi-vie comme l'uranium, le thorium et le potassium, ainsi que leurs produits de désintégration radioactive, tels que le radium et le radon. Bien que les concentrations de MRN dans la plupart des substances naturelles soient faibles, des concentrations plus élevées peuvent résulter des activités humaines. L'élimination des sources de MRN nécessite également de tenir compte des effets de la dilution, la reconcentration possible du matériel dans l'environnement et la manière dont le matériel pourrait donner des doses de rayonnement aux membres du public.

Pour aider à la gestion des MRN, des limites de rejet dérivées (LRDs) ont été déterminées à partir des limites de dose de rayonnement annuelles. Les LRDs fournissent une estimation de la dose au public provenant des rejets mesurés de MRN. Une évaluation des rayonnements ou une caractérisation des propriétés radiologiques pourrait permettre de comparer les résultats des mesures aux LRDs. Les LRDs pour la quantité et la concentration de MRN répondant à ce critère ont été calculées et



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Analytical Laboratories role in the NORM material management is to provide a radiation assessment or characterization of the NORM material to help industry assess if these waste materials meet the release limits outlined in the Guidelines. This presentation will discuss the recommended sampling procedures to ensure a homogenous sample representation for NORM analysis; SRC's NORM analysis packages; and how the radionuclide analysis relates to the UDRLs and NORM transportation Guidelines.

sont présentées dans les lignes directrices en tant que limites de rejet dérivées inconditionnelles (LRDIs). Le rôle des laboratoires d'analyse environnementale du Saskatchewan Research Council (SRC) dans la gestion des MRN est de fournir une évaluation des rayonnements ou une caractérisation des MRN afin d'aider l'industrie à déterminer si ces déchets respectent les limites de rejet décrites dans les lignes directrices. Cette présentation abordera les procédures d'échantillonnage recommandées pour assurer une représentation homogène des échantillons pour l'analyse des MRN ; les kits d'analyse des MRN du SRC ; et la façon dont l'analyse des radionucléides réfère aux LRDIs et aux lignes directrices sur le transport des MRN.

**Nicholas Somer**

Ontario Tech University

**Anthony J. MacKay Student Paper Contest Finalist**

**Co-Authors / Co-auteurs**

Dr. Glenn Harvel, Dr. Ed Waller: Ontario Tech University

**Estimation of Effects of Filtration and Ventilation on Worker Inhalation Dose from Aerosols During Nuclear Dismantlement**

Background

During the decommissioning of nuclear power plants, radioactive contaminants may be released into the work environment in the form of aerosols, which can expose workers through inhalation, ingestion,

**Estimation des effets de la filtration et de la ventilation sur la dose d'aérosols inhalés par les travailleurs lors du démantèlement d'installations nucléaires**

Contexte

Lors du démantèlement des centrales nucléaires, des contaminants radioactifs peuvent être libérés dans l'environnement de travail sous la forme d'aérosols, lesquels peuvent exposer les travailleurs par



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

and submersion pathways. Workers often perform dismantlement work in confined spaces and sealed-off environments. Typical engineering controls to reduce concentrations include air exchange as well as air filtration, which captures aerosols at their source. The dose reduction from these engineering controls is generally not well-understood. Given that there exist a variety of filtration methods of varying efficiencies and throughputs, a method of estimating dose reduction for a variety of work scenarios is desirable.

## Methods

This work presents a model of radioactive aerosol concentration. It is used to estimate worker committed effective dose. The model considers dismantlement work parameters such as work time, aerosol source rate, air exchange along with air filtration and air filtration efficiency. The concentration over time is compared to a worst-case aerosol buildup based on no filtration nor air exchange. The committed effective dose (CED) due to inhalation from the aerosols is calculated applying the approach of ICRP 119: the dose is proportional to the inhaled activity [1]. The rate of activity inhalation is proportional to the concentration of aerosols in the air. By integrating the concentration over time for an entire shift, the dose to a worker can be estimated. These calculations involve integrations of elementary functions, which allows for scalability of the model and calculations that are easily done on spreadsheets.

## Results

Aerosol concentration over time is not dictated exclusively by the filter flow rate, the filter's capture efficiency, and the air exchange rate of the room. Instead, it is dictated by a combination of all these factors, referred to as the cleaning period  $\tau$ . The cleaning period identifies the

inhalation, ingestion ou submersion. Les travailleurs effectuent souvent les travaux de démantèlement dans des espaces confinés et des environnements fermés. Les contrôles techniques typiques visant à réduire les concentrations comprennent le renouvellement de l'air ainsi que la filtration de l'air qui capture les aérosols à la source. La réduction de dose résultant de ces contrôles techniques n'est généralement pas bien comprise. Étant donné qu'il existe une panoplie de méthodes de filtration d'efficacité et de rendement variée, une méthode permettant d'estimer de la réduction de dose pour divers scénarios de travail est souhaitable.

## Méthodes

Ce travail présente un modèle de concentration d'aérosols radioactifs. Il est utilisé pour estimer la dose effective engagée pour le ou la travailleur-se. Le modèle considère les paramètres du travail de démantèlement comme le temps de travail, le taux de sources d'aérosols, le renouvellement de l'air ainsi que la filtration de l'air et l'efficacité de la filtration. La concentration dans le temps est comparée à une accumulation d'aérosols dans le pire des cas, c'est-à-dire sans filtration et sans renouvellement de l'air. La dose effective engagée (DEE) due à l'inhalation des aérosols est calculée en appliquant l'approche de la publication 119 de la CIPR : La dose est proportionnelle à l'activité inhalée [1]. Le taux de l'inhalation de l'activité est proportionnel à la concentration d'aérosols dans l'air. En intégrant la concentration dans le temps pour un quart de travail entier, il est possible d'estimer la dose reçue par un-e travailleur-se. Ces calculs impliquent l'intégration de fonctions élémentaires permettant l'adaptabilité du modèle et de faire les calculs facilement dans une feuille de calcul.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

trade-offs that can be made between air exchange and filtration. Further, this is an engineering parameter which applies to any workspace size.

By comparing to the worst-case of no ventilation or filtration, the reduction of worker dose over a 10-hour shift can be determined. The dose reduction is exclusively a function of the cleaning period  $\tau$  and dismantlement shift structure, i.e. when work is and is not being performed. The dose reduction is independent of scenario-specific parameters such as workspace volume, aerosol source rate, PPE, etc. and so can be used to model aerosol dose reduction in different dismantlement scenarios.

This paper produces two useful charts for filter selection. The first chart outlines the required cleaning period  $\tau$  for a desired dose reduction for the modelled 10-hour worker shift. The second chart outlines the necessary combination of filter efficiency and flow rate for a single filter to achieve the cleaning period for such a space. These types of charts are a tool for engineers and health physicists to consider when building work packages, selecting engineering controls for dismantlement work, and so on.

## Conclusion

This paper presents a mathematical model of the evolution of aerosol concentrations over time during dismantlement work using various dismantlement work parameters, such as aerosol source rates, workspace size, air exchange and filtration, and so on.

The engineering parameter referred to as a cleaning period  $\tau$ , which emerges from the model, determines the growth or reduction in aerosol concentrations over time, and ultimately the worker dose. For a desired dose reduction, charts to select for cleaning period and associated filtration parameters can be generated for work package

## Résultats

La concentration d'aérosols dans le temps n'est pas exclusivement déterminée par le débit du filtre, l'efficacité de capture du filtre et le taux de renouvellement de l'air dans une pièce. Elle est plutôt déterminée par une combinaison de tous ces facteurs, appelée période de nettoyage  $\tau$ . La période de nettoyage identifie les compromis pouvant être faits entre le renouvellement de l'air et la filtration. De plus, c'est un paramètre technique qui s'applique à toute taille d'espace de travail.

En comparant avec le cas le plus défavorable sans ventilation et sans filtration, la réduction de la dose aux travailleurs pendant un quart de travail de dix heures peut être déterminée. La réduction de la dose est exclusivement une fonction de la période de nettoyage  $\tau$  et de la structure de l'équipe de démantèlement, c'est-à-dire lorsque des travaux sont effectués ou non. La réduction de dose est indépendante des paramètres spécifiques au scénario comme le volume de l'espace de travail, le taux de sources d'aérosols, les ÉPI, etc., et peut donc être utilisée pour modéliser la réduction de dose d'aérosols dans différents scénarios de démantèlement.

Deux diagrammes de sélection des filtres seront présentés. Le premier diagramme décrit la période de nettoyage  $\tau$  pour une réduction de dose souhaitée dans le cadre d'un quart de travail modélisé de dix heures. Le second diagramme décrit les combinaisons nécessaires d'efficacité de filtre et de débit pour un seul filtre afin d'atteindre la période de nettoyage d'un tel espace. Ces types de diagrammes sont des outils que les ingénieurs et les spécialistes de la radioprotection peuvent prendre en considération lors de l'élaboration de l'ensemble des travaux, la sélection des contrôles techniques pour les travaux de démantèlement et encore plus.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

design. The models suggest that filtration systems, which often tout their capture efficiencies, should also have their specified flow rates considered.

## References

[1] ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.).

## Conclusion

Cette présentation traite d'un modèle mathématique de l'évolution des concentrations d'aérosols dans le temps, pendant des travaux de démantèlement en utilisant divers paramètres de ces travaux comme les taux de sources d'aérosols, la taille des espaces de travail, le renouvellement et la filtration de l'air, etc.

Le paramètre technique appelé période de nettoyage  $\tau$ , qui émerge du modèle, détermine l'augmentation ou la réduction dans la concentration d'aérosols dans le temps et ultimement la dose reçue par les travailleur·se·s.

Pour la réduction de dose souhaitée, des diagrammes permettant de sélectionner les périodes de nettoyage et les paramètres de filtration associés peuvent être générés pour la conception de l'ensemble des travaux. Ce modèle suggère que les systèmes de filtration, qui vantent l'efficacité de captation devraient également tenir compte des débits spécifiés.

## Références

[1] CIPR, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. Publication CIPR 119. Ann. ICRP 41(Suppl.).

**Shayenthirin Sreetharan**

**McMaster University**

**Anthony J. MacKay Student Paper Contest Winner**

**Co-Authors / Co-auteurs**

Sandrine Frelon, Ph.D.- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), Cadarache, France

Patrick Laloï, Ph.D.- Université Lyon, Villeurbanne, France

Nele Horemans, Ph.D - Belgian Nuclear Research Centre (SCK CEN), Mol, Belgium





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

University of Hasselt, Diepenbeek, Belgium  
Sisko Salomaa, Ph.D.- University of Eastern Finland, Kuopio, Finland  
Christelle Adam-Guillermin, Ph.D.- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), Cadarache, France

## **Ionizing radiation exposure effects across multiple generations in non-human biota**

### Background

The potential for radiation-induced deleterious effects in progeny, and thus, in next generations is a major concern for parents exposed to ionizing radiation from occupational, medical or environmental sources. To date, the systems of radiological protection do not quantify or consider the possibility for effects that may manifest subsequent generations following the initial exposure. A Task Group (TG121) of the International Commission on Radiological Protection (ICRP) Committee 1 was launched in 2021 to study the effects of ionizing radiation in offspring and next generations. One goal of TG121 was to review the literature on both multi-generational (in which the exposure continues across multiple generations) and trans-generational (in which later generations are not exposed during a recovery period) effects in non-human biota. With shorter generation times in these non-human species, they offer a unique tool to monitor and study generational effects following radiation exposure, although the underlying biological and physiological differences amongst these species must be carefully considered.

### Methods

A review of multiple online databases (Google Scholar, PubMed, Scopus) was completed in 2022 by performing keyword searches related to the topics of multi- and trans-generational effects of ionizing radiation in non-human species. Both laboratory-controlled

## **Effets de l'exposition aux rayonnements ionisants sur plusieurs générations dans le biote non humain**

### Contexte

Les risques d'effets délétères radio-induits sur la descendance, et donc sur les prochaines générations sont une préoccupation majeure pour les parents exposés aux rayonnements ionisants d'origine professionnelle, médicale ou environnementale. À ce jour, les systèmes de protection radiologique ne quantifient pas ou ne prennent pas en compte la possibilité des effets pouvant se manifester sur les générations suivantes après l'exposition initiale. Un groupe de travail (GT121) du Comité 1 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a été créé en 2021 pour étudier les effets des rayonnements ionisants sur la descendance et les prochaines générations. Un objectif du GT121 était d'examiner la documentation sur les effets multigénérationnels (dans lesquels l'exposition se poursuit sur plusieurs générations) et transgénérationnels (dans lesquels les générations suivantes ne sont pas exposées pendant la période de récupération) dans les biotes non humains. La durée plus courte des générations pour les espèces non humaines, offre un outil unique pour surveiller et étudier des effets générationnels après une exposition à des rayonnements, bien que les différences biologiques et physiologiques sous-jacentes entre ces espèces doivent être soigneusement prises en compte.

### Méthode

Une analyse de multiples bases de données en ligne (Google Scholar,



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

experiments and field studies were considered, with the latter typically containing ecological studies from either the Chernobyl Exclusion Zone or the Fukushima-Daiichi prefecture. In addition to studies identified from online databases, we also considered published reviews, conference proceedings and expert reports within our review.

## Results

Studies were grouped into categories based on the model organism used, which includes species of bacteria, nematodes and annelids (largely *Caenorhabditis elegans*), crustaceans (largely *Daphnia magna*), insects, amphibians, birds, fish, mammals and plants. Details regarding exposure schedule (multi-generational, trans-generational or environmental exposure), generation numbers studied, endpoints monitored and results were summarized into a table. Effects on altered reproductive parameters were reported in offspring, with this observation present in different study models. In some studies, decreased survival in offspring was also observed, however these studies typically involved chronic, persistent exposure of numerous generations to a radiation field or following very large acute doses in trans-generational studies. There was also a number of studies in different study species that reported changes in genetic and epigenetic endpoints, with transmission of epigenetic changes into subsequent generations previously described as a possible mechanism for multi- and trans-generational irradiation effects. Changes in genome methylation, histone modifications chromosomal aberrations and other mutations were reported in plants (*Arabidopsis thaliana* and flax), nematodes (*Caenorhabditis elegans*), insects (*Drosophila melanogaster*) and amphibian (Japanese tree frogs and Eastern tree frogs) species. Overall, the diversity of available non-human biota data brings complexities regarding the application of any reported results into the systems of radiological protection. We propose that

PubMed, Scopus) a été réalisée en 2022 en effectuant des recherches de mots-clés sur les sujets comme les effets multi- et transgénérationnels des rayonnements ionisants chez les espèces non humaines. Les expériences contrôlées en laboratoire ou sur le terrain ont été considérées ; ces dernières contenant généralement des études écologiques réalisées dans la zone d'exclusion de Tchernobyl ou la préfecture de Fukushima-Daiichi. En plus des études identifiées des bases de données en ligne, nous avons également pris en compte les publications de synthèse, les actes de congrès et les rapports d'experts.

## Résultats

Les études ont été regroupées en catégories basées sur le modèle d'organisme utilisé, qui comprend des espèces de bactéries, de nématodes, d'annélides (principalement *Caenorhabditis elegans*), de crustacés (principalement *Daphnia magna*), d'insectes, d'amphibiens, d'oiseaux, de poissons, de mammifères et de plantes. Les détails concernant le calendrier d'exposition (multigénérationnelle, transgénérationnelle ou environnementale), le nombre de générations étudiées, les critères surveillés et les résultats ont été résumés dans un tableau. Des effets sur la modification des paramètres de reproduction ont été signalés chez la progéniture, une observation présente pour différents modèles étudiés. Dans certaines études, une diminution de la survie chez la progéniture a également été observée, cependant ces études impliquaient généralement une exposition chronique et persistante de nombreuses générations à un champ de rayonnement ou à la suite de doses aiguës très élevées dans le cadre d'études transgénérationnelles. Un certain nombre d'études sur différentes espèces étudiées ont rapporté des changements dans les critères génétiques et épigénétiques surveillés, avec la transmission des changements épigénétiques dans les générations suivantes ayant déjà



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

differences in radiation sensitivity between species, transferability of data between different species, the presence of adaptation and adaptive responses, and dose reconstruction across subsequent generations and finally extending knowledge to humans represent key knowledge gaps within this field.

## Conclusion

The goal of this paper was to perform a literature review of studies that investigated multi- and trans-generational effects in non-human biota, and to consider the incorporation of this evidence into the systems of radiological protection. The reported effects in altered reproduction represent an area of potential concern, due to the importance of population and ecosystem structure within ecological radiation protection. This is in contrast to human radiation protection, which considers effects at an individual level. Future work of ICRP Task Group 121 will continue to review this literature, with a final ICRP Publication that will be published for the radiation protection community.

été décrite comme un mécanisme possible pour les effets de l'irradiation sur plusieurs générations ou sur le plan transgénérationnel. Des changements dans la méthylation du génome, des modifications des histones, des aberrations chromosomiques et d'autres mutations ont été rapportés chez des espèces de plantes (*Arabidopsis thaliana* et lin), de nématodes (*Caenorhabditis elegans*), d'insectes (*Drosophila melanogaster*) et d'amphibiens (rainettes du Japon et rainettes de l'Est). Globalement, la diversité des données disponibles sur le biote non humain complique l'application des résultats rapportés dans les systèmes de protection radiologique. Nous proposons que des différences de sensibilité aux rayonnements entre les espèces, la transférabilité des données entre différentes espèces, la présence d'adaptation et de réponses adaptatives et la reconstruction des doses sur les générations suivantes et finalement l'extension des connaissances à l'homme représentent les principales lacunes dans ce domaine.

## Conclusion

L'objectif de cette présentation était de procéder à une revue documentaire des études portant sur les effets multi- et transgénérationnels dans le biote non humain et d'envisager l'incorporation de ces données dans les systèmes de protection radiologique. Les effets signalés en matière d'altération de la reproduction représentent un sujet de préoccupation potentiel en raison de l'importance de la structure de la population et de l'écosystème dans le cadre de la radioprotection écologique. Cela contraste de la radioprotection humaine qui considère les effets au niveau individuel. Les travaux futurs du groupe de travail 121 de la CIPR continueront à réviser cette documentation et une publication finale de la CIPR sera publiée pour la communauté de la radioprotection.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

<b>Darin Street</b> Canadian Light Source	
<b>Dismantling of the Canadian Light Source Linear Accelerator</b> <p>The Canadian Light Source (CLS) is Canada's national synchrotron research facility. CLS uses a 2.9 GeV electron beam to produce high-energy photons (synchrotron light) for experimental use on its 22 beamlines. The electrons circulate in a 170 m storage ring after being generated by a six section, 250 MeV linear accelerator (linac) that has been in use since the 1980s. The existing linac is due to be replaced in 2024. This presentation will discuss the linac replacement project with focus on the radiological hazards and processes/procedures relating to the dismantling work. The process by which activated material will be surveyed for residual radioactivity and analyzed for potential release from the facility, as well as the plan for commissioning the replacement linac in time for operations to resume in late 2024 will be presented.</p>	<b>Démantèlement de l'accélérateur linéaire du Centre canadien de rayonnement synchrotron</b> <p>Le Centre canadien de rayonnement synchrotron (CCRS) est le centre de recherche national de synchrotron du Canada. Le CCRS utilise un faisceau d'électrons de 2,9 GeV pour produire des photons (rayonnement synchrotron) de haute énergie qui sont utilisés pour des expériences sur 22 lignes de faisceaux. Les électrons circulent dans un anneau de stockage de 170 m après avoir été générés par un accélérateur linéaire (linac) de 250 MeV de six sections, qui date des années 1980. Le linac actuel doit être remplacé en 2024. Cette présentation traitera du projet de remplacement du linac, en mettant l'accent sur les dangers radiologiques et les processus/procédures de démantèlement. Le processus par lequel les matériaux activés seront examinés pour la radioactivité résiduelle et analysés pour qu'ils puissent potentiellement être enlevés de l'installation, ainsi que le plan de mise en service du nouveau linac pour permettre la reprise des opérations à la fin de 2024 seront présentés.</p>
<b>Justin Symons</b> Isologic Innovative Radiopharmaceuticals	



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

## Best practices for mitigating extremity exposures with PET unidose pigs

The main objective of a radiation protection program is to protect workers, the public, and the environment by ensuring that radiation doses are kept As Low As Reasonably Achievable (ALARA). In order to meet this objective, licensees may establish action levels that serve as an early warning before regulatory dose limits are reached and serve as a trigger for the investigation and implementation of corrective actions.

This presentation goes over the investigation into extremity exposures following an exceedance of action levels at Isologic Innovative Radiopharmaceuticals. It includes the analysis of the inciting event, a study of the dose rate profiles surrounding unidose pigs, and the resulting corrective actions. Lastly, some best practices that can be used to reduce extremity exposures in radiopharmacies shall be discussed.

## Meilleures pratiques pour atténuer les expositions aux extrémités lors de la manipulation des contenants blindés à dose unique pour TEP

L'objectif principal d'un programme de radioprotection est de protéger les travailleur·euse·s, le public et l'environnement en s'assurant que les doses de rayonnement restent aussi basses que raisonnablement possible (principe ALARA). Afin d'atteindre cet objectif, les titulaires de permis peuvent établir des seuils d'intervention qui servent d'avertissement précoce avant que les limites de dose réglementaires ne soient atteintes et servent de déclencheur pour une enquête et pour la mise en œuvre de mesures correctives.

Cette présentation passe en revue les détails d'une enquête à la suite d'un dépassement du seuil d'intervention pour les extrémités chez Isologic Radiopharmaceutiques Novateurs. Elle comprend l'analyse de l'événement déclencheur, une étude des profils de débit de dose entourant les contenants blindés à dose unique et les actions correctives qui en résultent. Enfin, quelques bonnes pratiques pouvant être utilisées pour réduire les expositions aux extrémités dans les radiopharmacies seront discutées.

**Sarah Ternan**

The Ottawa Hospital

**Co-Authors / Co-auteurs**



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Dhrumil Naik, Renee Degagne, Wanzhen Zeng, Ran Klein (Co-Authors / Co-auteurs on the Paper “Thyroid Uptake Exceeding 100%: Causes and Prevention” published in the J. Nucl. Med. Technol.)

## Lessons Learned: A Thyroid Uptake of over 100%

A discussion about the lessons learned following a case in the Nuclear Medicine Department where a patient had a thyroid uptake of over 100%. A patient travelled from Iqaluit to Ottawa for a thyroid uptake and scan in Nuclear Medicine prior to an Iodine-131 Hyperthyroid Therapy. Their 24hpd thyroid uptake unexpectedly demonstrated a value exceeding 100%. Will discuss the investigation into the situation, the parties involved including the radiation safety department’s role, and the resolution, which ultimately lead to an award-winning publication in the Journal of Nuclear Medicine.

## Leçons apprises: Une captation thyroïdienne de plus de 100%

Discussion sur les leçons apprises suivant le cas d’un patient en médecine nucléaire ayant eu un taux de captation thyroïdienne de plus de 100 %. Le patient s’est déplacé d’Iqaluit à Ottawa pour une captation thyroïdienne et un examen en médecine nucléaire avant son traitement à l’iode 131 pour hyperthyroïdie. La captation thyroïdienne sur 24 h a étonnamment dépassé 100 %. Nous présenterons le processus d’enquête, incluant les parties impliquées, le rôle du Service de radioprotection et la solution, qui a mené à un article primé dans le Journal of Nuclear Medicine.

## Dr. Godfrey Town

Aalborg University Hospital (Denmark)

## Laser /ILP Physics & Safety: Example Online Training & Energy Based Home Use Devices (HUD's) – An overview

### Introduction

Distance learning offers more choices and gives the learner more control to work at their own pace and in their own time. Modern courses are secure and protected by fraud algorithms. Workbooks are provided and training videos (which can be played-back multiple times) can be viewed on a desktop

## Physique et sécurité des lasers et de la lumière intense pulsée : Exemple de formation en ligne

### Introduction

L’apprentissage à distance offre plus de choix et permet à l’apprenant·e de travailler à son propre rythme et au moment qui lui convient. Les formations modernes sont sécurisées et protégées par des algorithmes de fraudes. Les cahiers d’exercices et les vidéos de formation (qui peuvent être visionnées plusieurs



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

computer, laptop, tablet, or iPhone/Android before taking a series of multiple-choice competency tests at the end of each lesson. Additional resources include video PPT presentations of the course. This course is approved by the US Board of Laser Safety (BLS) and awarded 1 BLS Certification Maintenance (CM) point (10 hours).

Online learning is particularly suitable for laser and IPL practitioners in private clinics and salons where laser and light-based therapy are now in everyday use.

## The topics covered include:

1. Light generation and characteristics
2. How lasers work and intense light sources work
3. Laser Beam and intense light delivery systems
4. Working safely: Non-beam hazards
5. Beam related hazards
6. Safety policies and procedures
7. Light interaction with tissue & thermal damage from lasers and intense light sources
8. Treatment bandwidths using Lasers and Intense Light Sources
9. Treatment-related side effects and injury potential
10. Relevant national laser & IPL safety legislation, regulations, standards and guidelines.

## Summary

fois) peuvent être vus sur un ordinateur de bureau, un portable, une tablette ou un téléphone intelligent avant de passer une série de tests de compétences à choix multiples à la fin de chaque leçon. Des ressources supplémentaires comprennent des vidéos de présentations PPT de la formation. Cette formation est approuvée par le *US Board of Laser Safety* (BLS) et octroie un point de maintien de la certification BLS (10 heures).

L'apprentissage en ligne est particulièrement adapté pour les praticien·ne·s de laser et de lumière pulsée dans les cliniques et les salons privés où les thérapies au laser ou par lumière pulsée sont désormais utilisées quotidiennement.

## Sujets couverts :

1. Génération de lumière et caractéristiques
2. Comment fonctionnent les lasers et les sources de lumières intenses
3. Faisceau laser et systèmes d'émission de lumière intense
4. Travailler sécuritairement : Dangers non liés aux faisceaux
5. Dangers liés aux faisceaux
6. Politiques et procédures relatives à la sûreté
7. Interaction de la lumière avec les tissus et dommages thermiques par les lasers et les sources de lumière intense
8. Largeur de bande de traitement lors de l'utilisation des lasers et des sources de lumière intense
9. Effets secondaires et lésions potentielles liés aux traitements



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

This short review of extracts from a current BLS/BMLA independently approved, 10-lesson online course will provide an overview of how safety and applications training for laser users in the independent sector is achieved.

10. Législation, réglementation et lignes directrices nationales pertinentes relatives aux lasers et la lumière intense pulsée.

### Résumé

Cette brève revue d'extraits d'une formation de dix leçons en ligne approuvée de manière indépendante par le BLS/BMLA fournira un aperçu de la manière dont la formation à la sécurité et aux applications est dispensée aux utilisateurs de lasers dans le secteur privé.

**Dr. Godfrey Town**

Aalborg University Hospital (Denmark)

### **Energy-Based Home Use Devices (HUDs) - An Overview**

#### Introduction

In recent years, there has been a proliferation of home-use light-based treatments for various cosmetic and therapeutic purposes.

#### Review

Since 2003, consumers have embraced HUDs for hair removal and skin rejuvenation available both in physical stores and online. Notable brands in the hair removal category include SpectraGenics Tria, Philips SatinLux, iPulse Smooth Skin Bare, Braun Glow, Remington iLight Pro, and Home Skinovations Silk'n with FDA clearance for over-the-counter sales.

### **Dispositifs à usage domestique basés sur l'énergie – Un aperçu**

#### Introduction

Ces dernières années, nous avons assisté à une prolifération de traitements à base de lumière, pour usage domestique, à des fins cosmétiques et thérapeutiques diverses.

#### Revue

Depuis 2003, les consommateurs ont adopté les dispositifs à usage domestique pour l'épilation et pour le rajeunissement de la peau disponibles dans les magasins et en ligne. Les marques reconnues dans la catégorie de l'épilation incluent SpectraGenics Tria, Philips SatinLux, iPulse Smooth Skin Bare, Braun Glow, Remington iLight Pro et Home Skinovations Silk'n qui ont reçu





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

In the consumer anti-aging sector, radiofrequency (RF) and massage HUDs like Tripollar Stop, Trinity NuFACE, and Clarisonic Smart Profile Uplift are prevalent. Laser devices and microdermabrasion also play a growing role. However, HUD non-ablative fractional laser technology has faced challenges, with discomfort and side effects leading to the withdrawal of some major brands.

Thermally mediated, non-ablative fractional laser technology is relatively new, and limited published clinical data exist due to consumer discomfort and side effects. LED arrays, masks, and hand-held applicators for anti-aging treatments, such as Omnilux Contour and Lustre Skin Renew, are gaining popularity.

HUD LED devices extend to male-pattern hair loss treatment, with FDA-cleared products introduced since 2007. Lack of standardization in evaluating these devices has been criticized by some researchers.

Blue light LED devices for acne treatment, like Lustre Pure Light and Quasar MD are available online or recommended by dermatologists. These devices leverage photobiological interactions, particularly with 400-495 nm blue light, to target tissues and produce reactive oxygen species, proposing a bactericidal effect in the treatment of mild to moderate acne vulgaris. Despite their widespread availability, the clinical evaluation of these devices lacks standardized criteria, prompting

l'autorisation de la FDA pour la vente libre.

Dans le domaine de l'anti-âge, les dispositifs à usage domestique à radiofréquences (RF) et de massage tels que Tripollar Stop, Trinity NuFACE et Clarisonic Smart Profile Uplift sont très répandus. Les dispositifs laser et la microdermabrasion sont également en croissance. Toutefois, les dispositifs à usage domestique utilisant la technologie de laser fractionnel non ablatif ont rencontré des difficultés, de l'inconfort et des effets secondaires entraînant le retrait de certaines grandes marques.

La technologie de laser fractionnel non ablatif à médiation thermique est relativement nouvelle et les données cliniques publiées sont limitées en raison des inconforts des consommateurs et des effets secondaires. Les réseaux de DEL, les masques et les applicateurs manuels comme Omnilux Contour et Lustre Skin Renew gagnent en popularité pour les traitements anti-âge.

Les dispositifs à usage domestique à base de DEL servent au traitement de la perte de cheveux chez l'homme, avec des produits autorisés par la FDA introduits depuis 2007. Certains chercheurs ont critiqué le manque de normalisation dans l'évaluation de ces dispositifs.

Les traitements pour l'acné par des dispositifs à DEL bleue comme le Lustre Pure Light et le Quasar MD sont disponibles en



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

scrutiny from researchers.

## Summary

HUDs have been adopted by consumers for personal use, and by dermatologists and cosmetic doctors for medical and cosmetic purposes as companion products to professional treatments.

ligne ou recommandés par les dermatologues. Ces dispositifs tirent parti des interactions photobiologiques, particulièrement la lumière bleue de 400 à 495 nm pour cibler les tissus et produire des espèces réactives de l'oxygène, proposant un effet bactéricide dans le traitement doux à modéré de l'acné vulgaire. Bien qu'ils soient largement disponibles, l'évaluation clinique de ces dispositifs manque de critères normalisés, ce qui a incité les chercheurs à les examiner de plus près.

## En résumé

Les dispositifs à usage domestique ont été adoptés par les consommateur·trice·s pour leur usage personnel, ainsi que par les dermatologues et les médecins esthétiques à des fins médicales ou esthétiques, comme produits d'accompagnement à des traitements professionnels.

**Alan Tung**

Ontario Power Generation

## **Practical Considerations of Radiation Protection in Field Work**

This presentation is an overview of a typical, though non-routine, task at Pickering Nuclear Generating Station from a field technician point of view. In this task, a 45-gallon D<sub>2</sub>O drum with elevated dose rates needs to be moved to a storage location. Due to the size and weight, moving the drum cannot be accomplished without specialized equipment and procedures that preclude the

## **Considérations pratiques sur la radioprotection lors de travaux sur le terrain**

Cette présentation est un aperçu d'une tâche typique, bien que non routinière, à la centrale nucléaire de Pickering du point de vue d'un technicien sur le terrain. Dans cette tâche, un baril de D<sub>2</sub>O de 45 gallons avec des débits de dose élevés doit être déplacé vers un emplacement de stockage. En raison de la taille et du poids, le déplacement du baril ne peut être effectué sans



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

use of shielding on the drum. Radiological qualifications, typical instruments used, radiation personal protective equipment, and some procedures will be discussed. There are also challenges of an industrial nature that are unique to nuclear generating stations that will be discussed. One lesson that was learned is the importance of understanding the conditions and limitations of what can be done by field personnel. This is accomplished by inspecting the surroundings and equipment and getting input from people knowledgeable in this type of work.

un équipement et des procédures spécialisés qui excluent l'utilisation d'un blindage sur le baril. Les qualifications radiologiques, les instruments typiques utilisés, les équipements de protection individuelle contre les rayonnements et certaines procédures seront discutés. Des défis de nature industrielle propres aux centrales nucléaires seront également abordés. L'une des leçons retenues est l'importance de comprendre les conditions et les limites de ce que peut faire le personnel de terrain. Ceci est accompli en inspectant les environs et l'équipement, et en obtenant l'avis de personnes compétentes dans ce type de travail.

**Dr. Edward Waller**

Ontario Tech University

## **Lessons Learned from Commissioning a High Activity Gamma Cabinet Irradiator at Ontario Tech University**

A cabinet irradiator is a device in which the source of radiation and exposure receptors are contained within a shielded cabinet such that the dose rates external to the cabinet, even under irradiation, are minimal. There are numerous steps that are required for commissioning this type of equipment including (i) procurement, (ii) facilities management, (iii) security, (iv) regulatory application and approval, (v) cabinet manufacture, delivery and install, (vi) source production, delivery and install, and (vii) final calibration and site acceptance. A Hopewell Design

## **Leçons apprises lors de la mise en service d'un cabinet irradiateur gamma à haute activité à l'Université Ontario Tech.**

Un cabinet irradiateur est un appareil qui contient la source de rayonnement ainsi que les objets à irradier dans un compartiment blindé. Cette configuration assure que les débits de dose à l'extérieur de l'irradiateur restent minimes, même lors d'une irradiation. La mise en service de ce type d'équipement requiert plusieurs étapes, notamment (i) l'approvisionnement, (ii) la gestion des installations, (iii) la sécurité, (iv) la demande et l'approbation réglementaire, (v) la fabrication, livraison et installation du cabinet, (vi) la fabrication, livraison et installation



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Industries model BX3-BR was ordered in late 2019. Unfortunately, the pandemic created a cascade of problems and issues related to the timely delivery and installation of this unit. This talk will discuss the steps taken to acquire this irradiator, the pitfalls encountered along the way, and numerous lessons learned.

de la source et (vii) l'étalonnage final et les essais de réception. Le modèle BX3-BR de Hopewell Designs Industries a été commandé à la fin de 2019. Malheureusement, la pandémie a créé une cascade d'enjeux liés à la livraison et à l'installation de cet appareil en temps opportun. Cette présentation abordera des étapes franchies lors de l'acquisition de cet irradiateur, les problèmes rencontrés en cours de route et les nombreuses leçons tirées de cette expérience.

**Athena Wang**

Radiation Safety Institute of Canada

**Co-Authors / Co-auteurs**

Brian Bjorndal, RSIC

## **Design and Development of a Canadian Radon Calibration Chamber**

The Radiation Safety Institute of Canada has operated a radon chamber for more than 30 years at its National Laboratories, in Saskatoon, Saskatchewan, Canada. The chamber has and continues to be used for quality control, performance testing, and research and development for the Institute's personal alpha dosimeters under its federally licensed Personal Alpha Dosimetry (PAD) Service for radon progeny and long-lived radioactive dust. In 2017 the Institute, in collaboration with Health Canada, enhanced the radon calibration chamber to also service radon measurement professionals in Canada. The chamber is currently

## **Conception et développement d'un système d'étalonnage du radon au Canada**

L'Institut de radioprotection du Canada exploite une chambre à radon depuis plus de 30 ans dans ses laboratoires nationaux, à Saskatoon, en Saskatchewan, au Canada. La chambre a été et continue d'être utilisée pour le contrôle de la qualité, les tests de performance, ainsi que la recherche et le développement des dosimètres alpha personnels de l'Institut dans le cadre de son Service de dosimétrie alpha personnel (DAP) sous licence fédérale pour les produits de filiation du radon et les poussières radioactives à longue durée de vie. En 2017, l'Institut, en collaboration avec Santé Canada, a amélioré la chambre



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

the only AARST-NRPP accredited secondary radon calibration chamber in Canada. In addition to supporting the Institute's PAD Service, the chamber is used to provide quality control, calibration, and testing for other radon measurement devices, as well as conducting applied research in controlled atmospheric environments. Within the 12 m<sup>3</sup> walk-in chamber, radon concentrations can be varied and controlled between 150 Bq/m<sup>3</sup> and 500 kBq/m<sup>3</sup> utilizing gas-flow-through sources and computer-controlled air management systems. Radon progeny concentrations can be varied and controlled using an aerosol injection system. The chamber includes multiple reference measurement. The chamber has a comprehensive quality assurance program which includes routine chamber intercomparisons with the Bowser-Morner facility in Dayton, Ohio, USA to ensure traceability. Since certification in 2017, the Institute has tested over 600 instruments. In this presentation I will share the design and commissioning work conducted by the Institute and lessons learned to certify the Radon Calibration Laboratory.

d'étalonnage du radon pour qu'elle serve également les professionnels de la mesure du radon au Canada. La chambre est actuellement la seule chambre d'étalonnage secondaire du radon accréditée par l'AARST-NRPP au Canada. En plus de soutenir le service DAP de l'Institut, la chambre est utilisée pour assurer le contrôle de la qualité, l'étalonnage et les tests d'autres appareils de mesure du radon, ainsi que pour mener des recherches appliquées dans des environnements atmosphériques contrôlés. Dans la chambre de 12 m<sup>3</sup>, les concentrations de radon peuvent être variées et contrôlées entre 150 Bq/m<sup>3</sup> et 500 kBq/m<sup>3</sup> à l'aide de sources à circulation de gaz et de systèmes de gestion de l'air contrôlés par ordinateur. Les concentrations de produits de filiation du radon peuvent être modifiées et contrôlées à l'aide d'un système d'injection d'aérosols. La chambre comprend plusieurs mesures de référence. La chambre dispose d'un programme complet d'assurance qualité qui comprend des comparaisons de routine avec les installations Bowser-Morner de Dayton, en Ohio, aux États-Unis, afin d'assurer la traçabilité. Depuis la certification en 2017, l'Institut a testé plus de 600 instruments. Dans cette présentation, je partagerai les travaux de conception et de mise en service menés par l'Institut ainsi que les leçons apprises pour certifier le Laboratoire d'étalonnage du radon.

**Pam Warkentin**

Canadian Association of Radon Scientists and Technologists (CARST)



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

<b>Co-Authors / Co-auteurs</b> Dr. Anne Marie Nicol, Simon Fraser University, CARST	
<p style="text-align: center;"><b>Radon and Energy Efficiency a Collaborative Steps Forward</b></p> <p>Radon and Energy Efficiency</p> <p>Retrofitting existing homes and buildings is a necessary step for Canadian governments wanting to meet climate goals. However, renovations can significantly impact indoor air contaminants including radon. After providing a summary of current research, this presentation will talk about the collaborative efforts that are needed to begin to address this issue.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Radon et efficacité énergétique: un pas vers l'avant en collaboration</b></p> <p>Radon et efficacité énergétique</p> <p>La rénovation des maisons et des bâtiments existants est une étape nécessaire pour les gouvernements canadiens qui souhaitent atteindre leurs objectifs climatiques. Cependant, les rénovations peuvent avoir un impact significatif sur les contaminants de l'air intérieur, incluant le radon. Après avoir fourni un résumé des recherches actuelles, cette présentation traitera des efforts de collaboration nécessaires pour commencer à résoudre ce problème.</p>
<b>Pam Warkentin</b> Canadian Association of Radon Scientists and Technologists (CARST)	
<p style="text-align: center;"><b>International InterComparison of Radon 222 Activity Concentration Calibration Facilities</b></p> <p>The Coalition of International Radon Associations (COIRA) organised an inter-comparison of Rn-222 (radon) activity concentrations reported by calibration laboratories. A set of three AlphaGUARDs were used as transfer reference instruments against which to compare reported Rn-222 activity concentrations. Rn-222 activity concentration calibration facilities</p>	<p style="text-align: center;"><b>Comparaison internationale des installations d'étalonnage de la concentration d'activité du radon 222</b></p> <p>La Coalition des associations internationales sur le radon (COIRA) a organisé une inter-comparaison des concentrations d'activité en radon 222 déclarées par les laboratoires d'étalonnage. Un ensemble de trois moniteurs AlphaGUARD a été utilisé comme instruments de référence de transfert pour comparer les concentrations d'activité de radon 222 signalées. Des</p>



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

(sometimes termed chambers) from seven countries (Australia, US, Czech, Spain, England, Sweden, Canada), and 3 continents participated in this project. The objective of the study was to provide information useful to calibration chamber operators and public health officials in the improvement of measurement and control systems, the maintenance of performance standards for measurements, and regulatory requirements for calibrations.

installations d'étalonnage de la concentration d'activité du radon 222 (parfois appelées chambres) de sept pays (Australie, États-Unis, République tchèque, Espagne, Angleterre, Suède, Canada) et de trois continents ont participé à ce projet. L'objectif de l'étude était de fournir des informations utiles aux opérateurs de chambres d'étalonnage et aux responsables de la santé publique pour l'amélioration des systèmes de mesure et de contrôle, le maintien des normes de performance pour les mesures et les exigences réglementaires pour les étalonnages.

**Dr. John Wilson**

University of Alberta

## **Part 1: Radiation Shielding Considerations for Cyclotron Operation**

The cyclotron is a type of charged particle accelerator which produces a continuous stream of high energy protons. Targets comprised of stable elemental isotopes are bombarded by these protons to generate medical radioisotopes used for molecular imaging. When the proton beam interacts with the target material, a nuclear reaction occurs, and there is an emission of secondary particles and gamma rays which must have adequate radiation shielding for personnel protection. Neutrons are an emission product that are particularly hazardous as they are highly mutagenic. Considerations in cyclotron vault design and the necessary thickness and composition of shielding material and strategies to reduce the neutron flux during irradiation will

## **Partie 1 : Éléments à considérer en lien avec le blindage contre les rayonnements lors du fonctionnement des cyclotrons**

Le cyclotron est un type d'accélérateur de particules chargées qui produit un faisceau continu de protons de haute énergie. Les cibles composées d'isotopes élémentaires stables sont bombardées par ces protons pour générer des radio-isotopes médicaux utilisés en imagerie moléculaire. Lorsque le faisceau de protons interagit avec le matériau cible, une réaction nucléaire se produit, créant ainsi l'émission de particules secondaires et des rayons gamma pour lesquels un blindage adéquat est requis afin d'assurer la protection des personnes. Parmi les particules émises, les neutrons sont particulièrement dangereux, car ils sont hautement mutagènes. Nous présenterons les éléments à considérer pour la conception de la voûte du cyclotron et pour la



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

be presented.

Self-shielded cyclotrons which do not require a vault are also possible with the advantage of a much smaller space requirement for the cyclotron. Some of drawbacks and issues with the self-shielded option will also be presented.

composition et l'épaisseur nécessaire des matériaux de blindage, ainsi que les stratégies de réduction du flux de neutrons durant l'irradiation.

Les cyclotrons autoblinvés qui ne requièrent pas de voûte représentent aussi une solution possible avec l'avantage d'utiliser beaucoup moins d'espace. Les inconvénients et les enjeux liés aux cyclotrons autoblinvés seront également présentés.

**Dr. John Wilson**

University of Alberta

## **Part 2: Shielding for Activated Components Produced during Cyclotron Irradiation**

Neutron production ceases when beam is stopped, however there are many secondary radionuclidic byproducts that result from interaction with the proton beam and from the generated neutron flux. Cyclotron targets can be in the gas phase (e.g.,  $^{14}\text{N}(p,\alpha)^{11}\text{C}$ ), liquid phase ( $^{18}\text{O}(p,n)^{18}\text{F}$ ) or solid phase (e.g.,  $^{205}\text{Tl}(p,3n)^{203}\text{Pb}$ ) and must be able to dissipate the tremendous heat caused by the beam on target. Gas and liquid targets operate at high pressure and are sealed with a HAVAR metal foil through which the proton beam passes. HAVAR is exceptionally strong and flexible, however is very prone to proton activation, generating long-lived radionuclidic byproducts.

The interior of the cyclotron must have high electrical conductivity and is typically copper. Spurious protons from the

## **Partie 2 : Blindage pour les composants activés produits pendant l'irradiation par cyclotron**

Bien que la production de neutrons cesse lors de l'arrêt du faisceau, il y a plusieurs sous-produits radionucléidiques secondaires résultant des interactions du faisceau de protons et du flux de neutrons généré. Les cibles d'un cyclotron peuvent être à l'état gazeux (p. ex.  $^{14}\text{N}(p,\alpha)^{11}\text{C}$ ), à l'état liquide (p. ex.  $^{18}\text{O}(p,n)^{18}\text{F}$ ) ou à l'état solide (p. ex.  $^{205}\text{Tl}(p,3n)^{203}\text{Pb}$ ) et doivent être en mesure de dissiper l'énorme quantité de chaleur causée par l'impact du faisceau sur la cible. Les cibles gazeuses et liquides fonctionnent à haute pression et sont scellées à l'aide de feuilles métalliques d'HAVAR à travers lesquelles passe le faisceau de protons. L'HAVAR est exceptionnellement résistant et flexible, mais est porté à s'activer facilement lors de l'interaction avec les protons, générant des sous-produits radionucléidiques





# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

beam on the copper result in secondary radionuclide formation and radiation field from the main tank at end of beam. The energy of the beam is degraded as it passes through target material and gas and liquid target are “thick” targets as the entire beam is stopped in the target. Solid targets are used for elements of higher molecular number which can have multiple stable isotopes or can undergo various nuclear transformations depending on the beam energy. These are typically “thin” targets as it is advantageous to stop only the desired energy fraction of the beam within the target material to reduce undesired radionuclide contaminants. Avoidance of cooling water activation from the lower energy exiting beam is important when irradiating thin targets. Neutrons emitted during irradiation have a high propensity to activate many materials in the vault. Moderation of the overall neutron field in the vault during irradiation is important to reduce activation of copper pipes,  $^{63}\text{Cu}(n,\gamma)^{64}\text{Cu}$ , steel components,  $^{58}\text{Fe}(n,\gamma)^{59}\text{Fe}$  and metal contaminants in the concrete.

avec de longues périodes radiologiques. L'intérieur du cyclotron doit avoir une haute conductivité électrique et est typiquement fait de cuivre. Les protons du faisceau hors trajectoires qui interagissent avec le cuivre produisent des radionucléides et un rayonnement secondaire en provenance du réservoir principal à la fin du faisceau. L'énergie du faisceau se dégrade en passant à travers le matériau de la cible. Les cibles gazeuses et liquides sont dites « épaisses » puisque le faisceau est entièrement arrêté à l'intérieur de celles-ci. Les cibles solides sont utilisées pour des éléments dont le nombre moléculaire est plus élevé qui peuvent avoir plusieurs isotopes stables ou qui peuvent subir différentes transformations nucléaires selon l'énergie du faisceau. Elles sont typiquement des cibles dites « minces » puisqu'elles ont l'avantage d'arrêter seulement la fraction d'énergie désirée du faisceau à l'intérieur de la cible pour réduire les radionucléides contaminants non désirés. Il est important d'éviter l'activation de l'eau de refroidissement par le faisceau atténué à la sortie lors de l'irradiation des cibles minces. Les neutrons émis durant l'irradiation ont une grande propension à activer plusieurs matériaux dans la voûte. L'atténuation générale du flux de neutrons dans la voûte durant l'irradiation est importante pour réduire l'activation des tuyaux de cuivre ( $^{63}\text{Cu}(n,\gamma)^{64}\text{Cu}$ ), des composantes en acier ( $^{58}\text{Fe}(n,\gamma)^{59}\text{Fe}$ ) et des contaminants métalliques dans le béton.