



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

*Canada's network of radiation safety specialists  
réseau canadien des spécialistes en radioprotection*

## RADIATION DETECTION EFFICIENCY

**Presented by:** Jeff Sandeman

**Total Duration:** 7.0 hours

**Cost:** CRPA Members - \$100 + 13% HST / Non-members - \$264.00 + 13% HST

**CRPA(R) Maintenance Points Allotment:** 1.0 point for the completion of **both** courses. A Course Completion Certificate will be available upon the completion of the Evaluation Survey at the end of the second course.

### Abstract

The NSCA and CNSC Regulations require licensees to monitor and control any radioactive contamination arising from a licensed activity. For most licensees, this requires they be able to demonstrate that contamination levels meet standardized contamination control limits, which have been established for a number of common nuclear substances. These are divided into three classes (A, B and C) on the basis of common radiological characteristics, and control limits vary from 0.3 Bq/cm<sup>2</sup> for Class A in an uncontrolled area to 300 Bq/cm<sup>2</sup> for Class C in a controlled area.

In order to demonstrate compliance, licensees must ensure that the measuring techniques and radiation detecting equipment used for this purpose are capable of distinguishing these levels of contamination from normal background levels. Key to this is knowing how efficiently the detector used will respond to the radiation emitted by each radioisotope. Typical efficiencies for a few representative isotopes are usually specified by the manufacturer of the instrument.

However, the information provided often lacks the detail necessary to determine the exact conditions to which it applies, and in some cases may seem contradictory with other references. This can be problematic for RSO's buying new equipment, or who have been asked to provide support for new and unfamiliar isotopes, or when comparing the specifications with in-house efficiency measurements using a calibrated source.

The purpose of this course is to review the fundamental parameters which have an impact on detection "efficiency", and to present a few practical rules that can be used to estimate efficiency as a "sanity check" for specifications or measured values, or when trying to determine the instrument which would be most suitable for a particular isotope.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Canada's network of radiation safety specialists  
réseau canadien des spécialistes en radioprotection

## Course Outline

| <b><u>Part A</u></b><br><b>3.5 hours</b>   | <b><u>Part B</u></b><br><b>3.5 hours</b>  |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1) Regulatory requirements relating to detector efficiency.<ol style="list-style-type: none"><li>a) Nuclear Substance and Radiation Device Regulations</li><li>b) Standard NSRD licence condition</li><li>c) CNSC REGDOC-1.6.1 Appendix BB: Monitoring for Radioactive Contamination</li></ol></li><li>2) Overview of factors which impact upon detector "efficiency"<ol style="list-style-type: none"><li>a) Geometry considerations</li><li>b) Source parameters</li><li>c) Attenuation and absorption by the detector and by intervening materials</li></ol></li><li>3) Basic radiation interactions within the detecting medium<ol style="list-style-type: none"><li>a) Charged particles (<math>\alpha</math>, <math>\beta^-</math>, <math>\beta^+</math>)</li><li>b) Photons (gamma, characteristic X-rays)</li><li>c) Gas filled detectors</li><li>d) Scintillators</li></ol></li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>4) Source parameters<ol style="list-style-type: none"><li>a) Types of radiation emitted</li><li>b) Energies of radiation emitted</li><li>c) Emission fractions per decay</li><li>d) Impact of radioactive daughters</li></ol></li><li>5) Intervening attenuation<ol style="list-style-type: none"><li>a) Alpha range</li><li>b) Beta range</li><li>c) Absorption by air</li><li>d) Absorption by the detector "window"</li><li>e) Low energy gamma considerations</li></ol></li><li>6) Geometry factors<ol style="list-style-type: none"><li>a) Point source</li><li>b) Distributed source</li></ol></li><li>7) Sanity check - Does any of this actually work?<ol style="list-style-type: none"><li>a) A look at some manufacturer's specifications</li><li>b) Comparison with estimated values</li></ol></li><li>8) Tying it all together – estimating efficiencies and applying the results<ol style="list-style-type: none"><li>a) Removable activity</li><li>b) Minimum detectable activity</li><li>c) Rules of thumb for estimating efficiency</li></ol></li></ol> |



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

*Canada's network of radiation safety specialists  
réseau canadien des spécialistes en radioprotection*

## Efficacité de détection des rayonnements

**Présenté par :** Jeff Sandeman

**Durée totale :** 7 heures

**Coût :** Membres de l'ACRP – 100 \$ + 13 % TVH / Non membres – 264 \$ + 13 % TVH

**Attribution des crédits de maintien (A)ACRP :** 1,0 point après avoir complété les **deux** formations. Un certificat de formation sera émis après avoir rempli la feuille d'évaluation de la formation à la fin de la seconde formation.

### Résumé

La LSRN et les règlements de la CCSN exigent des titulaires de permis de surveiller et de contrôler toute contamination radioactive découlant des activités autorisées. Pour la plupart des titulaires de permis, cela exige qu'ils soient en mesure de démontrer que les niveaux de contamination respectent les limites normalisées de contrôle de la contamination, qui ont été établies pour plusieurs substances nucléaires courantes. Ces substances sont divisées en trois catégories (A, B et C) en se basant sur les caractéristiques radiologiques communes et les limites de contrôle variant de 0,3 Bq/cm<sup>2</sup> pour la catégorie A en zone non contrôlée jusqu'à 300 Bq/cm<sup>2</sup> pour la catégorie C en zone contrôlée.

Afin de démontrer la conformité, les titulaires de permis doivent s'assurer que les techniques de mesure et les équipements de détection des rayonnements utilisés à cette fin sont en mesure de distinguer ces niveaux de contamination du bruit de fond normal. Pour cela, il est essentiel de savoir avec quelle efficacité le détecteur utilisé répond au rayonnement émis par chaque radio-isotope. Les efficacités typiques pour quelques isotopes représentatifs sont généralement spécifiées par le fabricant de l'instrument. Cependant, les informations fournies manquent souvent de détails nécessaires pour déterminer les conditions exactes auxquelles elles s'appliquent et, dans certains cas, peuvent sembler contradictoires avec d'autres références. Ceci peut être problématique pour les RRP achetant un nouvel équipement ou pour ceux à qui il a été demandé de fournir une assistance pour de nouveaux isotopes ou des isotopes pas familiers, ou lors de la comparaison des spécifications avec les mesures d'efficacité internes en utilisant une source étalonnée.

L'objectif de cette formation est de réviser les paramètres fondamentaux qui ont un impact sur « l'efficacité » de détection et de présenter quelques règles pratiques pouvant être utilisées pour estimer l'efficacité comme une « vérification du bien-fondé » pour les spécifications ou les valeurs mesurées, ou lorsqu'on essaie de déterminer l'instrument le plus approprié pour un isotope particulier.



# Canadian Radiation Protection Association Association canadienne de radioprotection

Canada's network of radiation safety specialists  
réseau canadien des spécialistes en radioprotection

## Plan de cours

| <b><u>Partie A</u></b><br><b>3,5 heures</b>   | <b><u>Partie B</u></b><br><b>3,5 heures</b>  |
|---|--|
| <p>9) Exigences réglementaires relatives à l'efficacité des détecteurs.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement</li><li>b) Condition de permis standard du SNAR</li><li>c) Annexe BB : Surveillance de la contamination du REGDOC-1.6.1 de la CCSN</li></ul> <p>10) Vue d'ensemble des facteurs qui ont un impact sur « l'efficacité » du détecteur</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Considérations géométriques</li><li>b) Paramètres des sources</li><li>c) Atténuation et absorption par le détecteur et par les matériaux intermédiaires</li></ul> <p>11) Interactions de rayonnement de base avec le milieu de détection</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Particules chargées (<math>\alpha</math>, <math>\beta^-</math>, <math>\beta^+</math>)</li><li>b) Photons (gamma, rayons X caractéristiques)</li><li>c) Détecteurs remplis de gaz</li><li>d) Scintillateurs</li></ul> | <p>12) Paramètres des sources</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Types de rayonnement émis</li><li>b) Énergies des rayonnements émis</li><li>c) Fraction d'émission par désintégration</li><li>d) Impact des produits de filiation radioactifs</li></ul> <p>13) Atténuation intermédiaire</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Portée des particules alpha</li><li>b) Portée des particules bêta</li><li>c) Absorption par l'air</li><li>d) Absorption par la « fenêtre » du détecteur</li><li>e) Considérations pour les rayonnements gamma à faible énergie</li></ul> <p>14) Facteurs géométriques</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Source ponctuelle</li><li>b) Source diffuse</li></ul> <p>15) Vérification du bien-fondé – Est-ce que ça fonctionne vraiment?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Un aperçu de certaines spécifications de fabricants</li><li>b) Comparaison avec des valeurs estimées</li></ul> <p>16) Relier le tout – estimer les efficacités et appliquer les résultats</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Activité non fixée</li><li>b) Activité minimale détectable</li><li>c) Règles empiriques pour estimer l'efficacité</li></ul> |