



Commission canadienne
de sûreté nucléaire

Canadian Nuclear
Safety Commission

Jauges nucléaires et sécurité au travail

Canada 

Jauges nucléaires
et
sécurité au travail

Jauges nucléaires et sécurité au travail

INFO-9999-4 (F) Révision 2

Publié par la Commission canadienne de sûreté nucléaire

Le présent livret est offert gratuitement sur demande. Pour obtenir des exemplaires additionnels, en anglais ou en français, veuillez communiquer par écrit ou par téléphone avec :

Commission canadienne de sûreté nucléaire
280, rue Slater
C.P. 1046, Succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CANADA

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (au Canada)

Télécopieur : 613-995-5086

Courriel : info@cnsccsn.gc.ca

Site Web : www.suretenucleaire.gc.ca

This booklet is also available in English.

© Ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux
Canada, 2007.

On peut reproduire sans autorisation des extraits de cette publication aux fins d'utilisation personnelle à condition d'en indiquer la source en entier. Toutefois, sa reproduction en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

N° de catalogue CC172-6/2007F-PDF

ISBN 978-0-662-72615-9

Table des matières

Introduction.....	1
Qu'est-ce que le rayonnement?.....	3
Jauges nucléaires.....	8
Les jauges nucléaires sont-elles sécuritaires?.....	17
Utilisation appropriée des jauges nucléaires.....	24
Procédures d'urgence.....	31
Glossaire	34

Introduction

Le présent livret contient des directives afin de manipuler et d'utiliser en toute sécurité les jauges nucléaires fixes et portatives. On y trouve aussi des renseignements généraux sur le rayonnement, à l'intention des personnes qui utilisent ces jauges ou qui travaillent à proximité de celles-ci.

Vous vous demandez peut-être s'il existe des dangers à effectuer des travaux à proximité des jauges qui contiennent une source radioactive. Sachez que lorsque ces jauges sont utilisées comme il se doit, elles ne posent aucun risque pour la santé. Il est fortement recommandé d'utiliser le présent livret de concert avec le manuel d'utilisation de votre jauge nucléaire. Après avoir lu ces deux documents, vous serez en mesure d'utiliser des jauges nucléaires, ou encore de travailler à proximité de ces jauges, en toute confiance et en toute sécurité.

Il est à noter que le livret se veut un guide général : il n'a donc pas pour but de constituer la seule méthode de formation à suivre. On trouvera des renseignements spécifiques et les exigences relatives à votre jauge dans le manuel d'utilisation du fabricant, dans le permis de substances nucléaires et d'appareils à rayonnement délivré par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) ainsi que dans la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et les règlements applicables. Si le sens de certains termes vous échappe, n'hésitez pas à consulter le glossaire qui se trouve à la fin du livret.

Commission canadienne de sûreté nucléaire

La CCSN est l'organisme fédéral qui réglemente l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires au Canada. Elle réglemente l'industrie nucléaire au Canada grâce à l'application d'un cadre de réglementation. Elle veille au respect des dispositions législatives et des exigences réglementaires en vertu des pouvoirs que lui confère la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*.

À titre d'organisme de réglementation, la CCSN délivre des permis et assure une surveillance continue des titulaires de permis afin de s'assurer qu'ils se conforment aux exigences réglementaires visant à protéger les travailleurs, le public et l'environnement. La CCSN veille aussi à ce que les engagements auxquels souscrit le Canada sur le plan international en matière d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire soient respectés. Les jauges nucléaires utilisées au Canada doivent faire l'objet d'une homologation par la CCSN afin de garantir que leur utilisation est sûre pour l'application visée. Pour obtenir de plus amples renseignements, ou pour contacter la CCSN, veuillez consulter l'information donnée au début du livret.

Qu'est-ce que le rayonnement?

Pour bien comprendre le fonctionnement des jauges nucléaires, il convient d'abord de comprendre le rayonnement, son origine et ses effets possibles.

Le rayonnement, au sens large, est simplement de l'énergie émise par un objet, comme l'énergie thermique dégagée par un feu. Un type de rayonnement qui est particulièrement préoccupant est le *rayonnement ionisant*. Ce rayonnement comporte des particules ou des ondes qui possèdent suffisamment d'énergie pour ioniser la matière qu'il traverse (en arrachant des électrons aux atomes qui constituent cette matière). Bien que le rayonnement ionisant soit potentiellement dangereux, il convient de se rappeler que nous sommes exposés à divers niveaux de rayonnement en tout temps. En fait, le rayonnement naturel — provenant du sol et des roches, des aliments que nous consommons, de l'air que nous respirons, des maisons que nous habitons, des rayons cosmiques et même de nos propres corps — représente environ les trois quarts de notre exposition annuelle au rayonnement. Le reste de l'exposition vient de différentes sources artificielles de rayonnement. Les procédures de diagnostic médical, comme les rayons X et la scintigraphie employée en médecine nucléaire, constituent la majeure partie de l'exposition à des sources artificielles de rayonnement. Pour le Canadien moyen, l'exposition annuelle au rayonnement, attribuable à la fois aux sources naturelles et artificielles, est si faible qu'elle ne présente aucun risque important pour la santé.

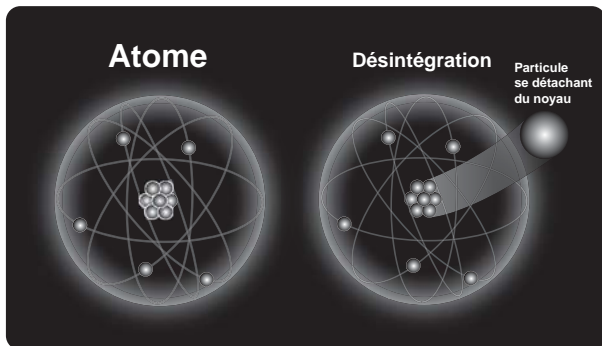
La notion de « dose » de rayonnement est utilisée pour déterminer la quantité de rayonnement reçue par une personne. Les doses sont exprimées en sieverts.

Le sievert (Sv) est l'unité internationale reconnue pour mesurer la quantité de rayonnement absorbée par le corps. Cette quantité est souvent exprimée en millisieverts (mSv) ou en microsieverts (μSv) ($1 \text{ mSv} = 1\,000 \mu\text{Sv}$). L'exposition aux sources naturelles et artificielles de rayonnement ionisant varie dans l'ensemble du Canada, mais la dose de rayonnement moyenne reçue par une personne est d'environ 2,7 mSv par année. La majeure partie de cette dose – environ 2 mSv – provient de sources naturelles.

Comment se forme le rayonnement ionisant?

Le rayonnement ionisant provient de l'énergie libérée par le fractionnement de la structure d'un atome (voir figure 1), et cette énergie prend la forme d'une onde ou d'une particule. Le rayonnement ionisant peut se produire lors d'une collision d'atomes, ou lorsqu'un atome instable (appelé radio-isotope) se désintègre ou se divise en fragments. Les radio-isotopes émettent continuellement un rayonnement, jusqu'à ce que leurs atomes se soient stabilisés. Ces matières radioactives sont utilisées dans les jauges nucléaires. La période radioactive de chaque isotope est connue et le rayonnement qu'il produit a un « pouvoir de pénétration » caractéristique.

Figure 1



Lorsque la structure d'un atome est brisée, illustrée ici par la particule se détachant du noyau, de l'énergie est libérée sous forme de rayonnement ionisant. Cette désintégration radioactive se poursuit jusqu'à ce que l'atome devienne stable.

Rayonnement — des particules alpha aux rayons X

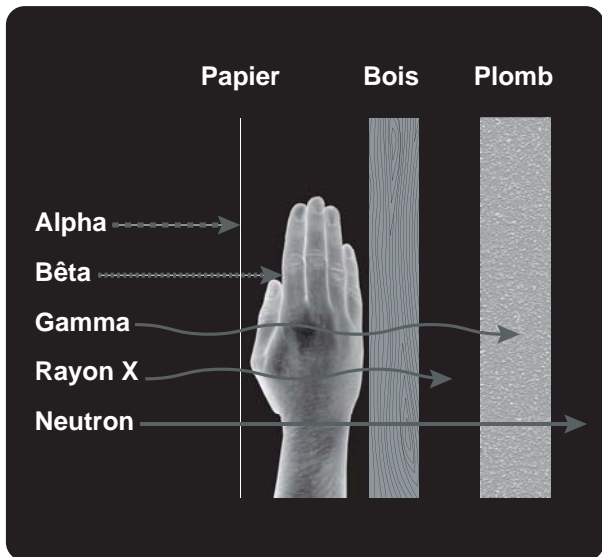
Voici les principaux types de rayonnement ionisant :

- **Rayonnement alpha** : Particules atomiques de grande taille, habituellement de haute énergie. Les particules alpha ont un très faible pouvoir de pénétration. Par conséquent, les radionucléides qui émettent des particules alpha ne constituent pas un risque d'exposition externe, mais la matière peut être dommageable si elle est inhalée ou ingérée. Le rayonnement alpha peut être émis par des éléments naturels et des substances artificielles.

- **Rayonnement bêta :** Électrons ou positrons dont le pouvoir de pénétration varie selon l'énergie de la particule. Ce type de rayonnement présente un risque d'exposition interne, et les particules bêta de haute énergie présentent également un risque d'exposition externe. Les émetteurs bêta sont fréquents dans le milieu médical ou en recherche.
- **Rayonnement gamma :** Ondes électromagnétiques dont la plage d'énergie est variable, émises par le noyau d'un atome instable. À mesure que les ondes ionisent les atomes de la matière qu'elles traversent, elles deviennent progressivement moins aptes à traverser la matière et diminuent en nombre (elles sont atténuées). Elles peuvent présenter un risque d'exposition externe grave, et leur pouvoir de pénétration est souvent supérieur à celui des rayons X utilisés en médecine. Un blindage comme l'acier ou le plomb permet de les atténuer de manière efficace. **Les émetteurs gamma sont souvent présents dans des dispositifs comme les jauges fixes et portatives.**
- **Neutrons :** Particules non chargées émises par le noyau de certains éléments, pouvant être produites artificiellement. Lorsqu'un neutron frappe un atome d'une molécule, l'atome absorbe une partie de l'énergie du neutron. L'atome d'hydrogène est capable d'absorber la plus grande quantité d'énergie, alors les matières qui contiennent de l'hydrogène, comme l'eau ou la cire, constituent les meilleurs écrans contre les neutrons. Une fois que le neutron a perdu la majeure partie de son énergie, il peut être capturé par un atome et cet atome nouvellement formé peut émettre un rayon gamma de haute énergie. **Les sources de neutrons sont souvent employées dans les jauges nucléaires portatives.**

- **Rayons X** : Ondes électromagnétiques générées par une machine, physiquement identiques aux rayons gamma. Ce type de rayonnement est utilisé principalement dans des applications médicales, mais on s'en sert également dans certains milieux industriels.

Figure 2



Les différents types de rayonnement ionisant possèdent des pouvoirs de pénétration différents. La figure 2 illustre la capacité de chaque type de rayonnement ionisant à traverser des matériaux ou organismes, comme le papier, le corps humain, le bois et le plomb.

Utilisation sûre du rayonnement

Tous les types de rayonnement ionisant peuvent être dangereux. L'exposition à long terme à une petite source de rayonnement constant, ou une exposition de courte durée à une grande quantité de rayonnement peut endommager la structure cellulaire des tissus ou organes du corps. Cependant, ces risques peuvent être diminués et contrôlés, ce qui permet d'utiliser de manière sûre des sources radioactives à des fins productives.

Jauges nucléaires

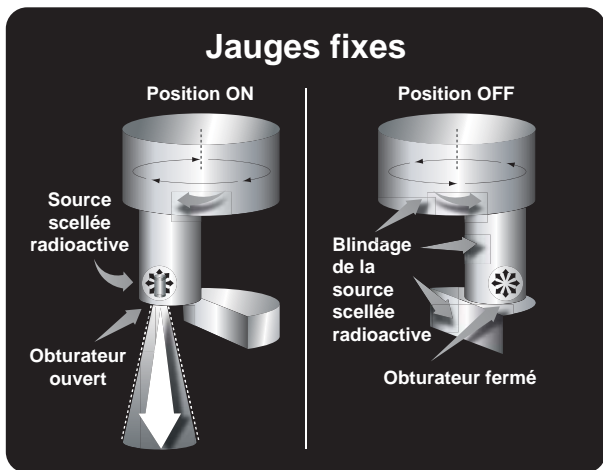
De nos jours, de nombreuses industries ont recours à des jauges nucléaires (c'est-à-dire à des instruments de mesure qui comprennent une source scellée renfermant une substance nucléaire radioactive). Étant donné que nous connaissons le pouvoir de pénétration du rayonnement émis par des substances spécifiques, les jauges nucléaires constituent une méthode peu coûteuse, bien que fiable et exacte, pour mesurer l'épaisseur, la densité ou la composition de différents matériaux et de différentes surfaces. Il existe deux types de jauges nucléaires : les jauges fixes et les jauges portatives.

Jauges fixes

Les jauges fixes (voir figures 3 et 4) sont le plus souvent utilisées dans les mines, les usines de concentration et les installations de production comme moyen pour contrôler un procédé de production et pour assurer le contrôle de la qualité.

Dans de nombreux procédés, il arrive que les produits ne puissent pas être vérifiés efficacement par des méthodes classiques qui nécessitent un contact direct, ou encore qu'une technique de mesure non destructive soit souhaitable. Dans de tels cas, une jauge nucléaire fixe peut être utilisée afin d'obtenir des mesures précises d'épaisseur, de densité ou de quantité. Ces jauges fixes comportent une source scellée qui renferme une substance nucléaire radioactive. Lorsque l'obturateur du porte-source est ouvert, un faisceau de rayonnement invisible est dirigé vers la matière à examiner. Un détecteur, du côté opposé à la source scellée, mesure le rayonnement qui traverse la matière. Une lecture, soit sur la jauge ou sur un ordinateur qui lui est relié, permet d'enregistrer l'information requise. Par exemple, dans une usine de papier, les jauges fixes permettent de mesurer l'épaisseur des feuilles de papier lorsqu'elles quittent les presses, alors que dans une brasserie, une jauge fixe permet de s'assurer que chaque bouteille contient la bonne quantité de bière. Peu importe l'application, ces jauges permettent d'effectuer un contrôle de la qualité d'un procédé. Le passage du rayonnement à travers une matière ne cause pas de changement physique ou chimique, et la matière ne devient pas radioactive.

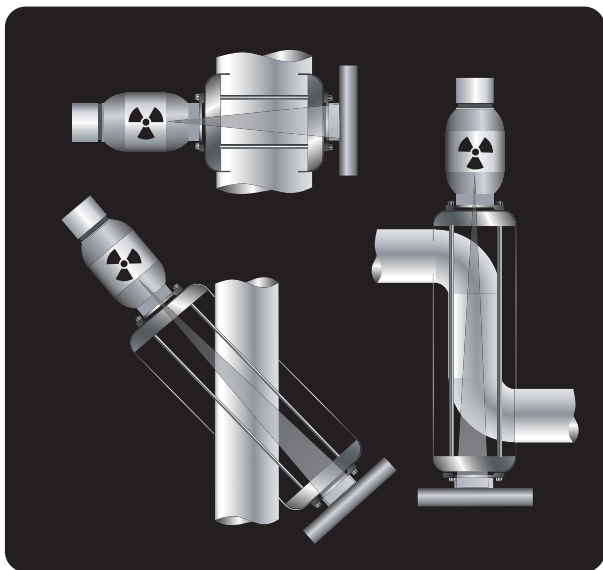
Figure 3



Représente la source scellée qui est radioactive en tout temps

Les jauges fixes sont couramment utilisées aujourd'hui dans les usines et les milieux de traitement afin d'assurer le contrôle de la qualité. L'ouverture de l'obturateur permet au rayonnement de traverser la matière, et le rayonnement est alors mesuré par un détecteur installé du côté opposé de la source, tel qu'indiqué à la figure 3. La quantité de rayonnement détectée indique l'épaisseur ou la densité de la matière. L'obturateur peut être ouvert manuellement (au moyen d'un levier ou d'un commutateur) ou électroniquement.

Figure 4



La figure 4 illustre différentes configurations de jauges fixes reliées à des conduites.

Jauges portatives

Les jauges portatives (voir figures 5 et 6) sont utilisées dans des secteurs comme l'agriculture, la construction et le génie civil dans le but de mesurer certains paramètres comme l'humidité ou la compaction du sol, ou encore la masse volumique dans les mélanges d'asphalte.

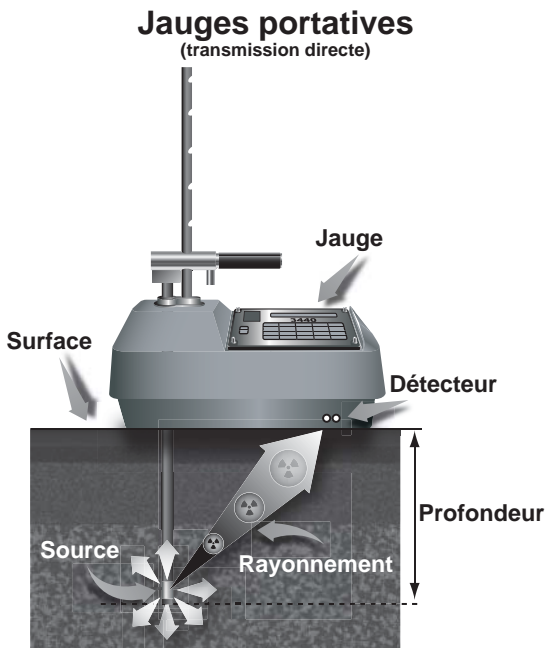
Il existe deux méthodes de mesure des matériaux à l'aide de jauges portatives, soit la rétrodiffusion et la transmission directe.

La « transmission directe » est considérée comme étant la plus précise des deux méthodes, car elle génère moins d'erreurs dans la composition et compense la rugosité de surface. Pour mesurer la densité du sol, par exemple, le crayon de source est inséré dans un tube qui est introduit sous la surface du sol par un trou d'accès. Le rayonnement passe de la source à un détecteur placé à la base de la jauge, et la compaction du sol est déterminée par le niveau de rayonnement indiqué par le détecteur.

La « rétrodiffusion » élimine l'utilisation d'un trou d'accès, puisque la source et le détecteur demeurent tous deux en surface. Le rayonnement est dirigé sous la surface et une certaine partie du rayonnement est réfléchi ou « diffusé » vers le détecteur de la jauge par le matériau de surface. Cette méthode permet de mesurer la teneur en humidité du matériau à l'aide d'une source de neutrons, ou de mesurer la masse volumique d'un matériau à l'aide d'une source gamma. Lorsqu'elle est employée pour des mesures de la masse volumique, cette méthode est moins précise que la transmission directe parce que l'angle de diffusion est grand et à cause de la faible profondeur à laquelle sont effectuées les mesures. Cette méthode est également moins sensible aux variations de masse volumique à une profondeur au-delà de 5 à 7,5 cm (2 à 3 po). Cependant, la méthode de rétrodiffusion

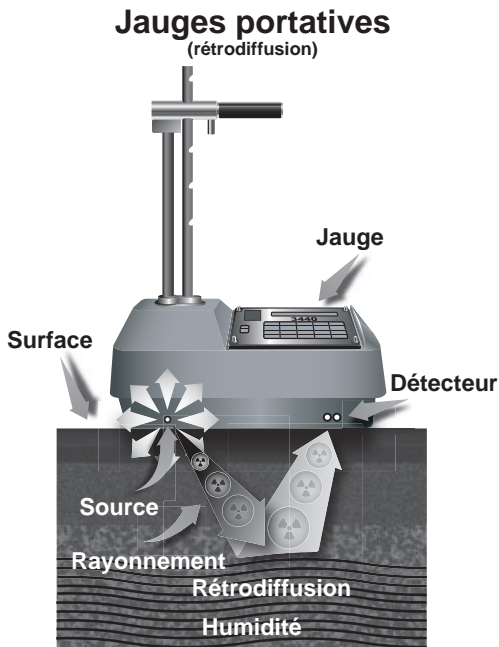
est plus rapide et plus facile que la transmission directe; elle peut se révéler utile lorsque l'on mesure un matériau uniforme, comme le pavage d'asphalte.

Figure 5



L'utilisation de jauges portatives est répandue dans certains secteurs comme l'agriculture et la construction. Dans la figure 5, une source gamma est placée sous la surface du sol au moyen d'un tube. Le rayonnement est ensuite transmis directement au détecteur placé sous la jauge, ce qui permet d'effectuer des mesures précises de la compaction.

Figure 6



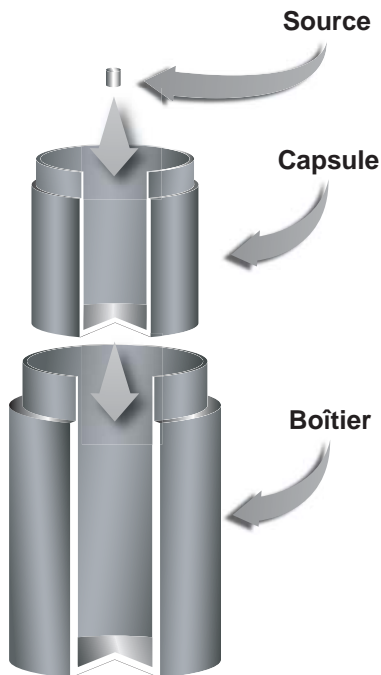
Dans la figure 6, la source de neutrons demeure à la surface, et le rayonnement est émis dans le sol puis rediffusé vers le détecteur en vue d'obtenir une mesure de la teneur en humidité ou de la masse volumique du matériau.

Intensité de la source

Chaque jauge nucléaire utilise une ou deux petites sources radioactives, comme le césium 137, l'américium 241, le béryllium, le radium 226 ou le cobalt 60. L'intensité de la

source est mesurée en fonction de la quantité de rayonnement qu'elle émet. Bien que ces sources soient physiquement très petites, elles sont souvent très puissantes et hautement radioactives. Cependant, c'est la quantité de rayonnement que l'on absorbe, et non l'intensité de la source, qui peut poser un risque pour la santé. La quantité de rayonnement absorbée est contrôlée par le blindage de la source et par des techniques de manutention adéquates.

Figure 7



Les bouchons de la capsule et du boîtier ne sont pas illustrés

Toutes les jauges nucléaires utilisent une source radioactive qui se trouve dans une capsule spéciale multicouche. Cette capsule, qui peut être aussi petite que l'efface au bout d'un crayon ou aussi grande qu'un tube à l'intérieur d'un rouleau de papier essuie-tout, est ensuite insérée dans le boîtier de la source, qui sert d'écran contre les rayonnements émis par la source.

Les jauges nucléaires sont-elles sécuritaires?

Les jauges nucléaires sont aussi sécuritaires que les scies à chaîne ou que les chalumeaux soudeurs. Il faut simplement prendre des précautions comme on le ferait lorsqu'on utilise ces outils. Cependant, étant donné que le risque potentiel posé par le rayonnement n'est pas aussi évident que le danger associé à une lame tranchante ou à une flamme, les précautions à prendre ne sont pas évidentes non plus. En suivant quelques règles simples, vous pouvez vous assurer que le travail effectué à proximité ou avec des jauges nucléaires ne pose aucun risque pour votre santé et votre sécurité.

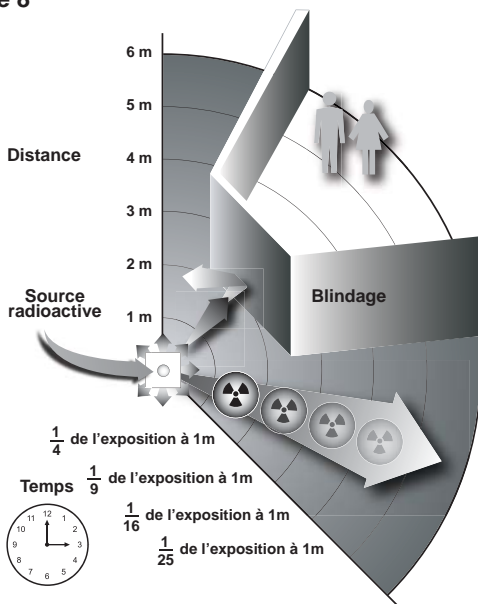
Principes de radioprotection

Les trois éléments clés (voir figure 8) qui entrent en jeu lorsqu'il s'agit de se protéger contre les effets du rayonnement sont :

- **Temps** : Moins une personne passe de temps près d'une source de rayonnement, moins la dose de rayonnement qu'elle reçoit est importante. Le travail devrait être effectué rapidement et efficacement, tout en portant une attention particulière à la sécurité.
- **Distance** : L'intensité du rayonnement et ses effets diminuent considérablement à mesure que l'on s'éloigne de la source radioactive. Le débit de dose diminue suivant la loi de l'inverse du carré de la distance par rapport à la source. Par exemple, si une personne s'éloigne deux fois plus de la source de rayonnement, elle ne sera exposée qu'au quart du rayonnement; trois fois plus loin, elle ne sera exposée qu'au neuvième du rayonnement, et ainsi de suite (voir figure 8 pour des exemples illustrés).
- **Blindage (ou écran)** : Des matériaux de protection placés entre vous et la source permettent de réduire le niveau de

rayonnement auquel vous êtes exposé. La source, dans sa capsule, est insérée dans un boîtier qui sert d'écran contre les rayonnements émis par la source (voir figure 7).

Figure 8



*Les trois facteurs clés de la radioprotection sont le **temps**, la **distance** et le **blindage** (écran). Plus le temps passé à proximité d'une source est court, moins la dose de rayonnement reçue sera importante. De même, les effets du rayonnement diminuent considérablement à mesure que l'on s'éloigne de la source radioactive. Plus le matériau de protection (blindage) qui vous sépare de la source est épais, moins la quantité de rayonnement reçue sera importante.*

Maintien des doses au niveau ALARA et désignation des travailleurs

Les utilisateurs autorisés de jauges nucléaires doivent s'assurer que les doses sont maintenues au niveau « le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre » (ALARA). La CCSN facilite la situation en réglementant l'utilisation des appareils à rayonnement, en évaluant les programmes de radioprotection et en inspectant régulièrement les titulaires de permis afin de faire en sorte qu'ils se conforment aux règlements et aux conditions de leur permis. La CCSN fixe également des limites quant à la quantité de rayonnement à laquelle vous pouvez être exposé, selon votre travail.

Tout travailleur qui doit accomplir des tâches au cours desquelles il existe une probabilité raisonnable de recevoir une dose de rayonnement supérieure à 1 mSv par année doit être désigné « travailleur du secteur nucléaire ». Les limites réglementaires pour les travailleurs du secteur nucléaire sont de 50 mSv par année et de 100 mSv sur une période de cinq ans.

Les travailleurs qui utilisent des jauges portatives pourraient devoir être considérés comme des travailleurs du secteur nucléaire, selon le nombre de mesures qu'ils effectuent avec les jauges. En général, les travailleurs qui effectuent plus de 800 mesures par année doivent être désignés comme travailleurs du secteur nucléaire. Cela repose sur des études antérieures qui ont permis de constater que chaque mesure donne habituellement lieu à une dose de 1,0 à 1,2 μ Sv pour le travailleur.

Le titulaire de permis est tenu d'informer chaque travailleur de sa désignation à titre de travailleur du secteur nucléaire,

des risques associés aux rayonnements auxquels il peut être exposé dans l'exécution de son travail, des limites de dose réglementaires et des doses reçues dans le cadre de son travail. De plus, il doit informer les travailleuses enceintes du secteur nucléaire de leurs droits et de leurs obligations. Le titulaire de permis doit en outre demander à chaque travailleur du secteur nucléaire de lui confirmer par écrit qu'il a bien reçu ces informations.

De façon générale, les personnes qui travaillent à proximité des jauges fixes ne reçoivent presque pas de rayonnement, et par conséquent, elles n'ont pas à être désignées comme travailleurs du secteur nucléaire.

Le titulaire de permis doit tenir à jour une liste des travailleurs autorisés, y compris de leur désignation à titre de travailleur du secteur nucléaire, s'il y a lieu.

Enregistrement des doses de rayonnement

Il existe deux méthodes courantes pour déterminer la dose de rayonnement reçue par les personnes qui travaillent avec des jauges nucléaires.

Les utilisateurs de jauges portatives peuvent estimer leur dose totale d'après le nombre de mesures effectuées pendant une année. On obtient une estimation de la dose totale reçue en multipliant le nombre de mesures effectuées pendant une année par une estimation de la dose reçue lors de chaque mesure. Les estimations de dose pour les utilisateurs de jauges fixes peuvent être calculées en multipliant les heures travaillées à proximité de la jauge par le débit de dose de leur aire de travail.

Le titulaire de permis peut également choisir de contrôler les doses reçues par les travailleurs à l'aide d'un dispositif appelé « dosimètre ». Le type de dosimètre le plus couramment utilisé par les utilisateurs de jauges nucléaires est le dosimètre thermoluminescent ou « DTL ». En raison de la faible quantité de rayonnement reçue par la plupart des travailleurs, les DTL ne sont habituellement pas requis et leur utilisation est facultative. Cependant, s'il existe une probabilité raisonnable que le travailleur reçoive une dose supérieure à 5 mSv durant une période d'un an, celui-ci **doit** porter un DTL.

Les DTL contiennent de petits cristaux de matière qui absorbent le rayonnement sous une forme mesurable. Ces dosimètres devraient être portés sur le torse. Ils ne devraient pas être exposés à des températures élevées ou à l'eau, ni exposés à la lumière directe du soleil. Lorsqu'ils ne sont pas portés, ils devraient être entreposés dans une zone de faible rayonnement loin des jauges nucléaires. Les DTL sont lus par des organismes autorisés par la CCSN. Toute dose dépassant les limites indiquées dans le *Règlement sur la radioprotection de la CCSN* doit être signalée à la CCSN.

Figure 9



Les dosimètres photographiques illustrés ci-dessus mesurent la dose cumulée. Celui de gauche est un dosimètre électronique, qui donne une lecture directe. À droite, il s'agit d'un dosimètre thermoluminescent (DTL) qui est généralement lu tous les trois mois.

Homologation, autorisation, inspection et essais

Les jauges nucléaires doivent être homologuées par la CCSN et approuvées pour utilisation au Canada avant d'être mises en service. Une fois qu'une jauge est homologuée, et que le demandeur a mis en place les procédures requises, la CCSN délivre un permis à l'entreprise qui l'utilisera.

Les jauges nucléaires doivent être vérifiées régulièrement afin de s'assurer que la source est bien protégée dans sa capsule et qu'il n'y a pas de fuite. Tous les douze mois, le titulaire de permis doit prendre les dispositions nécessaires avec un organisme approuvé par la CCSN en vue de réaliser ces essais d'étanchéité. Le titulaire de permis recevra un certificat d'étanchéité indiquant les résultats. Tout appareil dont la

source fuit doit être retiré et ne plus être utilisé, et la CCSN doit en être avisée immédiatement.

Une petite quantité de rayonnement pénètre toujours dans le boîtier de la jauge et peut être détectée à l'aide d'un détecteur de rayonnement suffisamment sensible, même lorsque la capsule de source est intacte. Ce faible niveau de rayonnement ne pose aucun risque important pour la santé.

Le permis délivré par la CCSN est également assorti de conditions visant à contrôler l'utilisation et la manutention des jauges nucléaires.

Pour veiller au respect des conditions de permis et des exigences réglementaires, la CCSN peut effectuer des inspections de type I (audits) ou des inspections de type II (vérification de la conformité). Ces inspections permettent également de confirmer que le titulaire de permis a mis en œuvre un programme de radioprotection efficace conforme aux exigences réglementaires.

Pour faire en sorte que les jauges nucléaires soient utilisées en toute sécurité, il convient de suivre, comme pour tout autre type d'équipement, les instructions de fonctionnement. Une formation additionnelle en radioprotection devrait être suivie par tous les travailleurs qui utilisent des appareils à rayonnement. Cela devrait comprendre les instructions de base en radioprotection, l'information concernant les substances nucléaires en cause, les méthodes visant à maintenir les doses au niveau ALARA, l'examen du permis et de ses conditions, ainsi que l'examen de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN)* et de ses règlements pertinents. De plus, une formation relative au transport devrait être donnée et l'on devrait posséder, au besoin, un certificat de formation en transport des marchandises dangereuses. Une

formation de sensibilisation à la radioprotection devrait être donnée aux travailleurs qui n'utilisent pas nécessairement des jauges nucléaires, mais qui pourraient travailler à proximité de telles jauges. Il est recommandé qu'une formation de recyclage soit suivie tous les trois à cinq ans.

La section suivante comprend des directives sur l'utilisation appropriée des jauges nucléaires, alors que des instructions spécifiques sont indiquées dans le manuel d'utilisation du fabricant.

Utilisation appropriée des jauges nucléaires

La CCSN exige que tous les utilisateurs de jauges nucléaires aient reçu une certaine formation en radioprotection comprenant une sensibilisation au rayonnement. Il faut toujours suivre avec soin les instructions de fonctionnement fournies par le fabricant. Si les instructions du fabricant diffèrent des exigences de la CCSN, il faut se conformer aux règlements de la CCSN.

Voici un ensemble de directives générales portant sur l'utilisation, l'entretien, la réparation, l'entreposage, le transport et l'évacuation des jauges nucléaires fixes et portatives.

Directives	Fixes	Portatives
Avant de commencer		
Ne jamais utiliser ou manipuler une jauge sans avoir reçu au préalable une formation adéquate et l'autorisation nécessaire.	✓	✓
Lire et comprendre les conditions du permis, le manuel de l'utilisateur, les articles applicables de la <i>LSRN</i> et de ses règlements et les politiques et procédures internes de radioprotection.	✓	✓

Suite à la page suivante

Directives	Fixes	Portatives
Afficher une copie du permis dans une zone commune afin que tous les travailleurs puissent en prendre connaissance.	✓	✓
Conserver une copie du permis avec la jauge.		✓
S'assurer que le panneau de mise en garde contre les rayonnements et que les renseignements détaillés sur les personnes à contacter en cas d'urgence (24 heures sur 24) sont affichés bien en évidence dans chaque zone d'utilisation ou d'entreposage.	✓	✓
Informers les autres travailleurs de l'utilisation d'une jauge.		✓
Entretien et réparation		
Seul le fabricant de la jauge, ou une autre personne autorisée par la CCSN à entretenir des jauges, devrait entreprendre la réparation de la source, du porte-source ou de l'obturateur.	✓	✓
Toujours s'assurer que l'obturateur est fermé jusqu'à ce que l'entretien soit terminé.	✓	✓

Suite à la page suivante

Directives**Fixes Portatives**

Éviter tout contact physique avec la source, ou toute exposition directe à la source lorsque l'on procède à l'entretien.	✓	✓
Au besoin, nettoyer la partie autour de l'obturateur afin d'éviter l'accumulation de poussière.	✓	✓
S'assurer que la jauge fait l'objet d'un essai d'étanchéité tous les 12 mois.	✓	✓
L'assemblage ou le désassemblage des jauges et les procédures d'accès aux cuves ou récipients équipés d'une jauge nucléaire doivent être approuvés par la CCSN. L'autorisation relative à ces activités est donnée dans une condition de permis.	✓	
Un radiamètre étalonné doit être utilisé pour vérifier si la jauge nucléaire est en position blindée avant d'effectuer l'assemblage ou le désassemblage de la jauge ou d'accéder aux cuves ou récipients équipés d'une jauge nucléaire.	✓	

Suite à la page suivante

Entreposage

Avant d'entreposer la jauge, s'assurer que la source est en position « Safe » ou blindée. ✓ ✓

Verrouiller la source et l'obturateur. ✓ ✓

Ne jamais modifier ou changer le porte-source, le blindage ou le verrouillage de sûreté. ✓ ✓

Entreposer la jauge dans un contenant verrouillé et résistant au feu (comme un colis de transport du type A). ✓ ✓

Identifier le contenant au cas où la jauge serait perdue, endommagée ou égarée. ✓ ✓

Verrouiller la zone où la jauge est entreposée. ✓ ✓

Afficher un panneau de mise en garde contre les rayonnements ainsi que des renseignements détaillés sur les personnes à contacter en cas d'urgence (24 heures sur 24) à l'extérieur de la zone d'entreposage. ✓ ✓

Suite à la page suivante

Si l'on prévoit utiliser un lieu d'entreposage pendant plus de 90 jours, on devrait en informer la CCSN par écrit (la jauge pourrait faire l'objet de nombreux déplacements pendant cette période).

✓

Transport et transfert

Avant de transférer une jauge, on doit s'assurer que le destinataire possède un permis valide et approprié.

✓

✓

Au moment de déplacer une jauge vers le site de travail ou à partir de ce lieu, placer la jauge dans son contenant d'entreposage et dans une partie inoccupée du véhicule, comme le coffre. Toujours verrouiller le véhicule si la jauge se trouve à l'intérieur et ne fait pas l'objet d'une surveillance par un travailleur autorisé. Si on la transporte dans une boîte de camionnette, s'assurer que la jauge n'est pas laissée sans surveillance, à moins qu'elle soit cadenassée et arrimée au véhicule avec une chaîne, un câble ou autre moyen de sorte à prévenir tout déchargement non autorisé.

✓

Suite à la page suivante

Il faut respecter toutes les exigences précisées dans le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* de Transports Canada et dans le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* de la CCSN. Tous les travailleurs qui participent au transport d'une jauge doivent avoir reçu une formation et détenir un certificat valide de transport des marchandises dangereuses.

✓

✓

Les jauges peuvent être retournées au fournisseur ou transférées à un autre titulaire de permis ou à un organisme autorisé par la CCSN pour fins d'évacuation des déchets. L'inventaire devrait tenir compte de ces transferts.

✓

✓

Procédures d'urgence

Votre entreprise ou organisme doit posséder un ensemble de procédures d'urgence ainsi qu'un plan d'action en cas d'accident ou au cas où la jauge serait endommagée. De façon générale, voici les étapes à suivre :

Jauges fixes

- Cesser de travailler immédiatement.
- Aviser le responsable de la radioprotection.
- Si la jauge a été partiellement endommagée ou détruite, demander aux personnes de s'en éloigner de 5 mètres au moins (environ 16 pieds) jusqu'à ce que la source soit remplacée, réinstallée ou blindée, ou jusqu'à ce que les niveaux de rayonnement soient sûrs.
- Effectuer un essai d'étanchéité après tout incident au cours duquel la source aurait pu être endommagée.
- En cas d'accident ou d'incendie, ne pas utiliser la jauge jusqu'à ce que les dommages aient été évalués par une personne qualifiée.
- Informer la CCSN le plus tôt possible de tout vol, accident ou incident.
- Un rapport écrit doit être présenté à la CCSN dans les 21 jours suivant la perte ou l'accident.

Jauges portatives

- Cesser de travailler immédiatement.
- Demander aux personnes de s'éloigner de la source d'au moins 2 mètres (environ 6 pieds) jusqu'à ce que la source soit enlevée ou jusqu'à ce que les niveaux de rayonnement soient sûrs.

- Informer le responsable de la radioprotection.
- Si les dommages sont mineurs ou superficiels, et si la source se trouve en position sûre et blindée, on peut utiliser un colis de transport du type A (comme le boîtier de transport de la jauge) pour transporter l'appareil lorsque les niveaux de rayonnement ne dépassent pas l'indice de transport pour votre jauge (les niveaux d'indice de transport sont indiqués dans les documents accompagnant l'appareil ou dans les documents d'expédition). Les colis du type A sont étiquetés adéquatement. Si vous n'avez pas de radiamètre, ne déplacez pas une source endommagée avant que son niveau de rayonnement ait été vérifié.
- Si les dommages sont importants ou si le crayon de source ne se rétracte pas, utiliser un colis de transport spécial, comme un fût en acier doté d'un couvercle sécuritaire et d'un blindage de sable ou de gravier. (La CCSN doit être contactée, car il peut être nécessaire de prendre des précautions spéciales, d'emballer la jauge ou d'obtenir une autorisation avant de transporter la jauge endommagée). Un radiamètre étalonné doit être utilisé pour vérifier si les niveaux de rayonnement sont sûrs.
- Avant de redonner accès au site pour une utilisation régulière, un radiamètre étalonné doit être utilisé pour vérifier si toutes les sources ont été récupérées. Si le titulaire de permis ne possède pas de radiamètre, des dispositions doivent être prises avec une société externe pour faire en sorte qu'un radiamètre soit disponible en cas d'accident.
- En cas d'accident ou de feu, ne pas utiliser la jauge avant que les dommages aient été évalués. Un essai d'étanchéité doit être effectué après tout incident au cours duquel la source aurait pu être endommagée.

- Informer la CCSN le plus tôt possible de tout vol, accident ou incident.
- Un rapport écrit doit être présenté à la CCSN dans les 21 jours suivant une perte ou un accident.

Les jauges nucléaires ne présentent pas de danger important pour la santé si des précautions de base sont prises et si l'on fait preuve de bon sens. En suivant les procédures appropriées et les principes de radioprotection, et en aidant les autres à faire de même, on peut se sentir rassuré que notre lieu de travail est un endroit sûr.

Glossaire

Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) :

organisme de réglementation fédéral responsable de la sûreté et de la sécurité des produits et installations nucléaires.

dose : rayonnement absorbé par le corps.

dosimètre : appareil de mesure individuel utilisé pour contrôler la quantité de rayonnement absorbée par une personne.

essais d'étanchéité : essais annuels réalisés sur des jauges nucléaires afin de vérifier si la capsule de source est intacte.

exposition externe : exposition au rayonnement en raison de la proximité d'une source radioactive.

exposition interne : exposition au rayonnement par suite de l'incorporation de poussière ou de gaz radioactif (suite à l'ingestion, l'inhalation ou l'absorption par la peau).

inspection de conformité : inspection réalisée par la CCSN pour vérifier si des essais d'étanchéité ont été effectués suivant un échéancier, et si les conditions de permis et les règlements de la CCSN ont été respectés.

radio-isotope : élément radioactif ou forme d'un élément, soit de source artificielle ou naturelle.

rayonnement artificiel : substance radioactive, ou source de rayonnement, créée par l'intervention humaine, par exemple un appareil à rayons X utilisé en médecine.

rayonnement naturel : rayonnement naturel auquel nous sommes exposés en tout temps.

rayonnement ionisant : rayonnement susceptible d'ioniser des atomes constituant la matière qu'il traverse (en arrachant un électron) et potentiellement dangereux pour l'humain.

rem : ancienne unité de mesure de la dose de rayonnement;
1 rem = 0,01 sievert.

sievert : unité du système métrique pour la mesure de la dose de rayonnement; 1 sievert = 100 rem.

source scellée : élément radioactif compris dans une capsule de protection et utilisé dans des appareils, comme les jauges nucléaires fixes ou portatives.

Documents pertinents de la CCSN :

Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires

Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires

Règlement sur la radioprotection

Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement

Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires

INFO-0483—Intervention en cas d'accident mettant en cause des jauges portatives

INFO-0742—Utilisation et entretien des dosimètres individuels

INFO-0744—Lignes directrices pour la manutention des colis renfermant des substances nucléaires

G-129, révision 1—Maintenir les expositions et les doses au « niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (ALARA) »

R-117—Normes d'étalonnage des gammamètres

R-116—Normes d'épreuves d'étanchéité des sources scellées de rayonnement

