



# Rapport de surveillance réglementaire sur l'utilisation des substances nucléaires au Canada : 2014



# **Rapport de surveillance réglementaire sur l'utilisation des substances nucléaires au Canada : 2014**

© Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) 2015  
Numéro de catalogue de TPSGC : CC171-12/2014F-PDF  
Numéro ISBN : 978-0-660-04054-7

La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition que la source soit indiquée 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.

Also available in English under the title: *Regulatory Oversight Report on the Use of Nuclear Substances in Canada: 2014*

## **Disponibilité du document**

Les personnes intéressées peuvent consulter le document sur le site Web de la CCSN à [suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca) ou l'obtenir, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

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 (Canada seulement)  
Télécopieur : 613-995-5086  
Courriel : [info@cnsccsn.gc.ca](mailto:info@cnsccsn.gc.ca)  
Site Web : [suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca)  
Facebook : [facebook.com/Commissioncanadienedesuretenucleaire](https://facebook.com/Commissioncanadienedesuretenucleaire)  
YouTube : [youtube.com/ccsnsc](https://youtube.com/ccsnsc)  
Twitter: [@CNSC\\_CCSN](https://twitter.com/CNSC_CCSN)

**Historique de publication** : avril 2016

## Table des matières

1	Contexte .....	4
2	Introduction .....	9
	2.1 Programme de vérification de la conformité.....	9
3	Aperçu .....	10
	3.1 Quoi de neuf dans le présent rapport? .....	10
	3.2 Secteurs d'activités nucléaires .....	14
	3.3 Travailleurs.....	20
	3.4 Doses reçues en milieu de travail .....	21
	3.5 Mesures du rendement en matière de sûreté .....	23
	3.6 Collecte de données.....	25
4	Utilisation des substances nucléaires : Rendement en matière de sûreté .....	27
	4.1 Rendement global en matière de sûreté (tous les secteurs) .....	27
	4.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances .....	29
	4.3 Engagement des parties intéressées.....	47
5	Secteur médical .....	51
	5.1 Rendement global en matière de sûreté .....	51
	5.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances .....	51
6	Secteur industriel .....	56
	6.1 Rendement global en matière de sûreté.....	56
	6.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances .....	56
7	Secteur universitaire et de recherche.....	61
	7.1 Rendement global en matière de sûreté .....	62
	7.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances .....	62
8	Secteur commercial .....	66
	8.1 Rendement global en matière de sûreté .....	66
	8.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances .....	66
9	Installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche.....	73
	9.1 Rendement global en matière de sûreté et aperçu du secteur.....	73
	9.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances .....	75
10	Conclusion .....	82
	<b>Annexe A : Classement sur l'échelle INES des événements associés aux substances nucléaires .....</b>	<b>84</b>

<b>Annexe B : Conventions d'appellation des domaines de sûreté et de réglementation.....</b>	<b>86</b>
<b>Annexe C : Abréviations et glossaire.....</b>	<b>87</b>

## Sommaire

Le *Rapport de surveillance réglementaire sur l'utilisation des substances nucléaires au Canada : 2014* résume, d'une part, le rendement en matière de sûreté d'environ 1 700 titulaires de permis, détenant au total 2 415 permis, qui sont autorisés par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) à utiliser des substances nucléaires et de l'équipement réglementé dans quatre secteurs d'activités nucléaires (secteur médical, secteur industriel, secteur universitaire et de recherche, et secteur commercial), et d'autre part, le rendement de deux installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche.

La CCSN réglemente l'ensemble des activités nucléaires au Canada au moyen d'un programme complet d'autorisation, d'homologation, d'accréditation, de vérification de la conformité et de mesures d'application. Pour chacun des secteurs d'activités nucléaires décrit dans le présent rapport, le personnel de la CCSN procède à des inspections, des analyses, des examens et des évaluations visant les programmes et les processus des titulaires de permis ainsi que leur rendement en matière de sûreté.

Le personnel de la CCSN utilise un cadre bien établi de domaines de sûreté et de réglementation pour évaluer le rendement en matière de sûreté de chaque titulaire de permis. Ce cadre comprend 14 domaines de sûreté et de réglementation. Chaque domaine de sûreté et de réglementation est subdivisé en domaines particuliers qui définissent ses éléments clés. Aux fins du présent rapport, le rendement en matière de sûreté est mesuré en examinant :

- la conformité des titulaires de permis dans des domaines de sûreté et de réglementation sélectionnés
- les doses de rayonnement reçues par les travailleurs en milieu de travail
- les événements signalés

En 2014, s'inscrivant dans la surveillance réglementaire permanente des titulaires de permis, le personnel de la CCSN a réalisé des activités de vérification de la conformité comprenant des inspections sur le terrain, des examens de documents et des évaluations techniques des activités autorisées. Les évaluations des constatations en lien avec les domaines de sûreté et de réglementation couverts dans le présent rapport indiquent que, dans l'ensemble, les titulaires de permis ont pris les mesures voulues pour préserver la sûreté, la santé et la sécurité des Canadiens, pour protéger l'environnement et pour respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation des substances nucléaires. D'après ces résultats, le personnel de la CCSN conclut que l'utilisation des substances nucléaires au Canada est sûre.

### **Doses de rayonnement reçues par les travailleurs**

Les personnes exerçant des activités autorisées par la CCSN peuvent être exposées au rayonnement en milieu de travail. En se conformant aux exigences réglementaires qui s'appliquent aux programmes de radioprotection établis aux termes des permis de la CCSN, les titulaires de permis font en sorte de maintenir les doses reçues au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (principe ALARA). Cela garantit

que les doses reçues en milieu de travail n'entraîneront pas de répercussions négatives. En 2014, 60 407 travailleurs ont fait l'objet d'un contrôle dosimétrique dans les quatre secteurs d'activités nucléaires et les deux installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche visés par le présent rapport. De ce nombre, 23 688 travailleurs étaient désignés « travailleurs du secteur nucléaire » (TSN).

En 2014, la radioexposition des travailleurs en milieu de travail a été maintenue à un très faible niveau : plus de 99,9 % des 60 407 travailleurs ont reçu des doses inférieures aux limites réglementaires applicables. Ce résultat positif s'inscrit dans la tendance observée au cours des années de référence précédentes. Aucun travailleur du secteur nucléaire n'a reçu de dose dépassant la limite de 50 millisieverts (mSv) pour une période de dosimétrie d'un an ou la limite de 100 mSv pour une période de dosimétrie de cinq ans.

D'après les résultats dosimétriques, on a relevé deux événements au cours desquels des travailleurs (non désignés comme travailleurs du secteur nucléaire) ont reçu des doses excédant la limite réglementaire annuelle de 1 mSv. Dans les deux cas, les titulaires de permis concernés sont intervenus conformément au *Règlement sur la radioprotection* et les travailleurs n'ont subi aucun effet néfaste immédiat sur leur santé.

### **Inspections**

En 2014, le personnel de la CCSN a réalisé 1 453 inspections dans les quatre secteurs d'activités nucléaires (médical, industriel, universitaire et recherche, et commercial) et aux deux installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche. Le niveau de conformité des titulaires de permis était coté « Satisfaisant » dans les domaines de sûreté et de réglementation suivants : Conduite de l'exploitation, Radioprotection et Sécurité. Les cas de non-conformité relevés durant les inspections sont systématiquement suivis jusqu'à ce que les titulaires de permis les corrigent à la satisfaction de la CCSN.

- Conduite de l'exploitation : Les titulaires de permis ont continué de prendre des dispositions adéquates pour la sûreté, la santé et la sécurité des personnes ainsi que pour la protection de l'environnement. Ils ont continué d'afficher un bon rendement dans ce domaine de sûreté et de réglementation, et des améliorations ont été apportées dans les secteurs médical et industriel depuis 2010. Le personnel de la CCSN a déterminé que 88,4 % des titulaires de permis inspectés ont fait preuve d'un niveau de conformité « Satisfaisant » à la réglementation.
- Radioprotection : Les titulaires de permis ont continué à veiller à ce que l'exposition des travailleurs et du public aux rayonnements ionisants soit maintenue conformément au principe ALARA. En général, les titulaires de permis ont continué d'afficher un bon rendement dans ce domaine de sûreté et de réglementation, et des améliorations constantes ont été apportées dans les quatre secteurs depuis 2010. Le personnel de la CCSN a constaté que 89,1 % des titulaires de permis inspectés ont fait preuve d'un niveau de conformité « Satisfaisant » à la réglementation.
- Sécurité : Les titulaires de permis ont démontré qu'ils ont en place des dispositions adéquates pour prévenir la perte, le sabotage, l'utilisation illicite, la possession illégale ou le retrait non autorisé des sources scellées sous leur contrôle. Dans l'ensemble, 94,8 % des titulaires de permis inspectés se sont

conformés aux exigences réglementaires dans ce domaine de sûreté et de réglementation.

### **Mesures d'application**

En 2014, la CCSN a imposé 19 mesures d'application renforcées (12 ordres et 7 sanctions administratives pécuniaires) pour faire respecter la conformité afin de veiller à préserver la santé et la sécurité des travailleurs et de la population canadienne et à protéger l'environnement. La majorité de ces mesures d'application visaient les titulaires de permis du secteur industriel, ce qui correspond à la tendance observée les années précédentes. Tous les titulaires de permis auxquels un ordre a été délivré ont mis en œuvre des mesures correctives. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes. Les sept sanctions administratives pécuniaires délivrées à des titulaires de permis des quatre secteurs industriels couverts dans le présent rapport ont été payées. La section 4.2.5 fournit plus de détails sur les mesures d'application prises en 2014.

### **Événements signalés**

Les événements signalés à la CCSN ont été classés à l'aide de l'Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES). Il s'agit là d'un outil qui, au départ, avait été introduit par l'Agence internationale de l'énergie atomique dans le but de classer la gravité des événements nucléaires qui surviennent dans les centrales nucléaires. Depuis 2006, l'utilisation de cet outil s'est élargie pour y inclure d'autres événements radiologiques. La section 3.1 présente plus de détails sur l'utilisation de l'échelle INES.

Les titulaires de permis visés par le présent rapport ont signalé 147 événements qui, par la suite, ont été évalués par le personnel de la CCSN. Des 147 événements, 141 ont été classés au niveau 0 (sans importance pour la sûreté), en fonction de l'échelle INES, et cinq événements ont été classés au niveau 1 (anomalie), en raison de la quantité de substances nucléaires en cause et du type d'événement signalé (perte de substances nucléaires). Le dernier événement a été classé au niveau 2 (incident); il concernait 10 personnes qui ont reçu des doses de rayonnement supérieures à la limite réglementaire de 1 mSv par année fixée pour la population en général. L'événement s'est produit sur un chantier industriel où des travailleurs se sont retrouvés par inadvertance à proximité de deux jauges nucléaires fixes laissées par erreur en position d'exposition. Aucune des personnes n'était désignée comme un travailleur du secteur nucléaire. La dose la plus élevée reçue était de 10,5 mSv (ce qui représente environ 20 % de la limite de dose annuelle pour les travailleurs du secteur nucléaire). Aucun rejet de substances nucléaires dans l'environnement n'a excédé les limites réglementaires et aucun autre membre du public n'a été exposé aux rayonnements lors de cet incident.

Pour tous les événements signalés, les titulaires de permis ont mis en œuvre des mesures appropriées pour atténuer les conséquences de ces événements et pour limiter l'exposition des travailleurs et du public aux rayonnements. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures correctives et les a jugées satisfaisantes.

## 1 Contexte

### Mission de la CCSN

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) a pour mission de réglementer l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de préserver la santé, la sûreté et la sécurité des Canadiens, de protéger l'environnement, de respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire et d'informer objectivement le public sur les plans scientifique ou technique ou en ce qui concerne la réglementation du domaine de l'énergie nucléaire.

Pour obtenir un aperçu complet de la CCSN, les lecteurs sont invités à consulter le [rapport annuel](#) de l'organisme.

### Surveillance réglementaire

La CCSN réglemente l'ensemble des activités nucléaires au Canada au moyen d'un programme complet d'autorisation, d'homologation, d'accréditation, de vérification de la conformité et de mesures d'application. Pour chacun des secteurs d'activités nucléaires décrit dans le présent rapport (médical, industriel, universitaire et recherche, et commercial), le personnel de la CCSN procède à des inspections, des analyses, des examens et des évaluations visant les programmes et les processus des titulaires de permis ainsi que leur rendement en matière de sûreté. Au Canada, l'utilisation sécuritaire des substances nucléaires passe par la conformité des titulaires de permis à la [Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires](#) (LSRN) et à ses règlements d'application, ainsi qu'aux conditions spécifiées dans les permis délivrés par la CCSN. La LSRN, ses règlements d'application et le régime de permis exigent des titulaires de permis qu'ils mettent en œuvre et tiennent à jour des programmes appropriés pour assurer la sûreté des activités nucléaires, minimiser les doses de rayonnement reçues par les travailleurs et le public et atténuer les conséquences des événements.

### Processus de réglementation

En matière de réglementation, la CCSN a recours à une approche qui tient compte du risque selon laquelle elle affecte des ressources et exerce une surveillance réglementaire proportionnellement au risque associé à l'activité réglementée. Les efforts de la CCSN en matière de réglementation, sur le plan de l'autorisation et de la conformité, découlent de cette approche qui tient compte du risque.

Le programme de réglementation fondé sur la connaissance du risque de la CCSN est appliqué de la façon suivante aux activités visées par le présent rapport :

- Un facteur de pondération est attribué à chaque activité autorisée. Il correspond à un coefficient représentant l'importance relative du risque associé à chaque activité autorisée.
  - Les éléments considérés pour la pondération comprennent la forme sous laquelle se présente la substance nucléaire (source scellée, source non scellée ou appareil à rayonnement), le lieu d'utilisation de la substance (chantier ou installation contrôlée) et les antécédents des titulaires de permis du point de vue de la conformité à la réglementation.



- En général, les titulaires de permis font l'objet d'inspections étalées sur une période de cinq ans ou moins, selon leur classement du risque.

Le programme de réglementation fondé sur la connaissance du risque est conçu pour donner les résultats suivants :

- un classement du risque tenant compte des répercussions possibles de l'activité autorisée sur la sûreté
- une répartition efficace et éclairée des efforts de surveillance réglementaire selon le classement du risque de chaque activité autorisée et des antécédents du titulaire de permis en matière de conformité
- une surveillance réglementaire efficace, transparente et complète

### **Processus d'autorisation**

La possession, l'utilisation, le transfert, l'importation, l'exportation, l'abandon et le stockage des substances nucléaires doivent être autorisés par la CCSN lorsque la quantité de substances nucléaires concernée est supérieure à la « quantité d'exemption » (en vertu du paragraphe 30(3) du [Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement](#)). De plus, les installations comportant certains types d'[équipement réglementé de catégorie II](#), comme les accélérateurs de particules, doivent aussi faire l'objet d'une demande de permis en vue de leur construction, exploitation ou déclassement. L'entretien des « appareils à rayonnement », qui contiennent des substances nucléaires et de l'équipement réglementé de catégorie II, exige également un permis de la CCSN.

Pour obtenir un permis, le demandeur doit présenter une demande à la CCSN. La CCSN ne lui délivrera un permis que si le demandeur satisfait aux conditions suivantes :

- il est jugé compétent pour exercer l'activité visée par le permis
- il a démontré qu'il préservera la santé et la sécurité des personnes et protégera l'environnement
- il a démontré qu'il maintiendra la sécurité nationale
- il a confirmé qu'il respectera les obligations internationales que le Canada a assumées

Le processus d'autorisation comporte une évaluation technique approfondie de la demande par le personnel de la CCSN. Toutes les demandes de permis soumises à la CCSN sont examinées en fonction du classement du risque de l'activité autorisée proposée.

Afin de s'assurer que les attentes de la CCSN soient claires relativement aux demandes de permis et pour faciliter les interactions des promoteurs avec l'organisme de réglementation, la CCSN a produit une série de guides de présentation d'une demande de permis qui décrivent les attentes à l'égard des demandes. Disponibles sur le [site Web de la CCSN](#), ces guides sont régulièrement passés en revue afin qu'ils fournissent de l'orientation utile à la communauté réglementée. Cela facilite l'examen des demandes de permis par la CCSN et réduit également le fardeau administratif.

Lors du renouvellement de leur permis, les titulaires de permis sont appelés à suivre le même processus que celui qui s'applique à une nouvelle demande de permis. La CCSN

fonde sa décision de renouveler un permis sur les renseignements contenus dans la demande et sur le rendement satisfaisant du titulaire de permis en matière de conformité. Cela comprend un examen des antécédents en matière de conformité, comme les résultats des inspections, les incidents et événements signalés et les rapports annuels de conformité.

Si la demande satisfait aux exigences mentionnées ci-dessus, la Commission, ou encore un fonctionnaire désigné autorisé par la Commission, peut délivrer un permis qui autorise le titulaire de permis à exercer les activités proposées dans la demande. Le permis délivré comportera des dispositions qui définissent et limitent la portée des activités autorisées, ainsi que des conditions spécifiques que le titulaire de permis devra respecter dans l'exercice des activités autorisées.

### **Homologation de l'équipement réglementé**

Tous les appareils à rayonnement et tout l'équipement réglementé, y compris certains types de colis de transport, doivent faire l'objet d'une homologation de la part la CCSN avant de pouvoir être utilisés au Canada.

Afin d'obtenir un certificat d'homologation, le demandeur doit présenter une demande en ce sens à la CCSN. Après réception de la demande d'homologation, le personnel de la CCSN procède à un examen technique détaillé des renseignements présentés, afin de déterminer si :

- l'appareil à rayonnement ou l'équipement réglementé répond à toutes les exigences réglementaires de la CCSN et peut être utilisé en toute sécurité
- des mesures adéquates sont en place concernant leur utilisation, afin d'assurer la sûreté, de préserver la santé et la sécurité des personnes, de protéger l'environnement et de maintenir la sécurité nationale

Si la demande d'homologation satisfait aux exigences mentionnées ci-dessus, la Commission, ou encore un fonctionnaire autorisé par la Commission, peut délivrer un certificat d'homologation pour l'équipement réglementé ou l'appareil à rayonnement.

Les documents d'application de la réglementation [RD/GD-352, Conception, essais et rendement des appareils d'exposition](#) et [RD/GD-254, Homologation des appareils à rayonnement ou de l'équipement réglementé de catégorie II](#) de la CCSN décrivent ses attentes en matière d'homologation de l'équipement réglementé.

### **Accréditation des responsables de la radioprotection dans les installations nucléaires de catégorie II**

Tout titulaire de permis qui exploite une installation nucléaire de catégorie II ou qui fournit des services d'entretien pour l'équipement réglementé de catégorie II doit avoir un responsable de la radioprotection accrédité et doit également désigner un remplaçant temporaire qualifié. La personne occupant le poste de responsable de la radioprotection a la responsabilité de veiller à ce que les activités autorisées soient effectuées en toute sûreté et que toutes les exigences de la CCSN soient respectées.

Le processus d'accréditation comporte deux volets :

- déterminer, à la lumière de la demande présentée, si le candidat possède les capacités requises pour assumer pleinement les fonctions du poste

- déterminer, au moyen d'un examen, si le candidat possède les connaissances requises

Si le candidat peut démontrer clairement à la CCSN qu'il possède les connaissances requises pour occuper le poste de responsable de la radioprotection au sein de l'organisme concerné, la CCSN, ou encore un fonctionnaire désigné autorisé par la Commission, lui délivrera un certificat d'accréditation pour le poste de responsable de la radioprotection.

Le processus d'accréditation des responsables de la radioprotection travaillant dans les installations nucléaires de catégorie II, ainsi que l'orientation adressée aux demandeurs, sont décrits dans le document [REGDOC-2.2.3, Accréditation du personnel : Responsables de la radioprotection](#) de la CCSN.

### Décisions en matière d'autorisation, d'homologation et d'accréditation

En 2014, les fonctionnaires désignés au sein de la Direction de la réglementation des substances nucléaires de la CCSN ont pris un total de 2 273 décisions en matière d'autorisation, d'homologation et d'accréditation. Comme l'indique le tableau 1, la majorité de ces décisions étaient des décisions relatives à des mesures d'autorisation.

**Tableau 1 : Décisions en matière d'autorisation, d'homologation et d'accréditation en 2014**

Type de décision	
Mesures d'autorisation (délivrance de nouveaux permis, renouvellements de permis, modifications de permis, révocations de permis et transferts de permis)	2 162
Homologation d'équipement réglementé	98
Accréditation des responsables de la radioprotection dans les installations nucléaires de catégorie II	13

### Vérification de la conformité et mesures d'application

Un élément clé de la surveillance réglementaire qu'exerce la CCSN est son programme de vérification de la conformité et de mesures d'application, dont l'objet est d'évaluer dans quelle mesure les titulaires de permis se conforment aux exigences réglementaires de la CCSN. C'est au moyen d'inspections périodiques et d'examen des documents que la CCSN vérifie la conformité des titulaires de permis avec la LSRN et ses règlements d'application, ainsi qu'avec les conditions de permis.

La CCSN vérifie la conformité des titulaires de permis au moyen d'inspections sur le site et de l'examen des activités opérationnelles et de la documentation. Les titulaires de permis sont tenus de lui fournir des données courantes sur leur rendement au moyen des rapports annuels de conformité, et de lui signaler les événements inhabituels. De plus, la CCSN mène des enquêtes sur les événements imprévus ou les accidents mettant en cause des substances nucléaires.

La CCSN a recours à une approche graduelle dans ses mesures d'application de manière à encourager la conformité, et à prévenir les cas de non-conformité. Lorsque le personnel de la CCSN relève un cas de non-conformité (ou la récurrence d'un cas de non-conformité), il en évalue le risque et l'importance pour la sûreté afin de déterminer la

mesure d'application appropriée. La mesure d'application choisie est proportionnelle au risque que pose la non-conformité pour l'environnement, la sûreté, la santé et la sécurité des travailleurs et du public ou la sécurité nationale. Les mesures d'application sont variées et affichent divers degrés de sévérité; on y retrouve entre autres les ordres et les sanctions administratives pécuniaires. Chaque mesure d'application prise constitue une mesure distincte et indépendante en réponse à un cas de non-conformité.

### **Cadre des domaines de sûreté et de réglementation**

Le personnel de la CCSN a élaboré un ensemble de domaines de sûreté et de réglementation pour assurer une surveillance réglementaire complète et la production de rapports. Les domaines de sûreté et de réglementation sont utilisés depuis quelques années maintenant et représentent un cadre bien établi de domaines techniques qui a prouvé son efficacité pour évaluer le rendement en matière de sûreté des titulaires de permis qui exploitent les installations et exercent les activités réglementées par la CCSN. Chaque domaine de sûreté et de réglementation est subdivisé en domaines particuliers qui définissent ses éléments clés. La CCSN a établi 14 domaines de sûreté et de réglementation :

- Système de gestion
- Gestion de la performance humaine
- Conduite de l'exploitation
- Analyse de la sûreté
- Conception physique
- Aptitude fonctionnelle
- Radioprotection
- Santé et sécurité classiques
- Protection de l'environnement
- Gestion des urgences et protection-incendie
- Gestion des déchets
- Sécurité
- Garanties et non-prolifération
- Emballage et transport

Aux fins du présent rapport, le rendement en matière de sûreté des quatre secteurs d'activités est mesuré en examinant la conformité des titulaires de permis dans trois domaines de sûreté et de réglementation sélectionnés : Conduite de l'exploitation, Radioprotection et Sécurité, en plus des doses de rayonnement reçues par les travailleurs en milieu de travail et des événements signalés. En raison de leur plus grande complexité, les deux installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche font l'objet d'activités de vérification de la conformité plus fréquentes et plus détaillées que les autres titulaires de permis visés dans le présent rapport. Par conséquent, le rendement en matière de sûreté de ces deux installations est mesuré pour les 14 domaines de sûreté et de réglementation au moyen d'une approche conforme à celle utilisée pour signaler le rendement des autres grandes installations nucléaires réglementées par la CCSN au Canada.

## 2 Introduction

Ce *Rapport de surveillance réglementaire sur l'utilisation des substances nucléaires au Canada : 2014* porte principalement sur les résultats des activités de vérification de la conformité et des mesures d'application visant les titulaires de permis qui utilisent des substances nucléaires et de l'équipement réglementé dans quatre secteurs d'activités nucléaires :

- secteur médical
- secteur industriel
- secteur universitaire et de recherche
- secteur commercial

De plus, une section du rapport est consacrée aux deux installations canadiennes comportant des accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche, soit TRIUMF Accelerators Inc. située à Vancouver (C.-B.) et le Centre canadien de rayonnement synchrotron Inc. (CCRS), à Saskatoon (SK). Le rapport ne concerne pas les mines d'uranium, les usines de concentration d'uranium, les installations de gestion de déchets, les services de dosimétrie ou d'autres installations nucléaires de catégorie I, comme les centrales nucléaires et les réacteurs de recherche nucléaire. Le présent rapport annuel sur la surveillance réglementaire couvre l'année civile 2014.

### 2.1 Programme de vérification de la conformité

Pour chaque secteur d'activités nucléaires, le personnel de la CCSN établit des plans de vérification de la conformité qui tiennent compte du risque afin d'assurer la surveillance réglementaire des activités autorisées et de déterminer les niveaux appropriés de surveillance et de contrôle réglementaires. Ces plans font continuellement l'objet de modifications pour tenir compte des événements qui se produisent et des changements qui surviennent dans le rendement des titulaires de permis.

En 2014, le personnel de la CCSN a réalisé 1 453 inspections au sein des quatre secteurs d'activités nucléaires (médical, industriel, universitaire et recherche, et commercial) et des deux installations d'accélérateurs de particules utilisés à des fins de recherche. Un rapport d'inspection par activité réglementée a été produit pour chaque inspection. Dans chaque rapport, une cote globale a été attribuée à chaque domaine de sûreté et de réglementation applicable; ces dernières sont présentées dans le présent rapport. La planification et l'exécution des activités de vérification de la conformité de la CCSN s'appuyaient sur un processus décisionnel qui tient compte du risque et qui est proportionnel au risque associé aux divers types d'utilisation de substances nucléaires au sein de ces quatre secteurs et de ces deux installations. Le personnel de la CCSN a vérifié la conformité des titulaires de permis au moyen d'examen des documents comprenant les rapports annuels de conformité, les demandes de permis et les documents des programmes.

## 3 Aperçu

### 3.1 Quoi de neuf dans le présent rapport?

- Cotes de rendement dans le domaine de la Sécurité
  - Les cotes découlant des inspections visant le domaine de sûreté et de réglementation « Sécurité » ont été ajoutées au rapport. Ces cotes se trouvent à la section [4.2.4](#).
- Événements signalés
  - Les détails des événements signalés par les titulaires de permis sont présentés de façon générale plutôt que par secteur, à l'exception de ceux concernant les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisées à des fins de recherche. Voir la section [4.2.6](#) du rapport.
  - Les événements signalés ont été classés à l'aide de l'Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES), un outil qui sert à communiquer au public l'importance pour la sûreté des événements nucléaires et radiologiques. Cet outil permet de mettre en perspective les événements par rapport à leur importance pour la sûreté. On trouvera des [renseignements supplémentaires au sujet de l'INES](#) sur le site Web de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

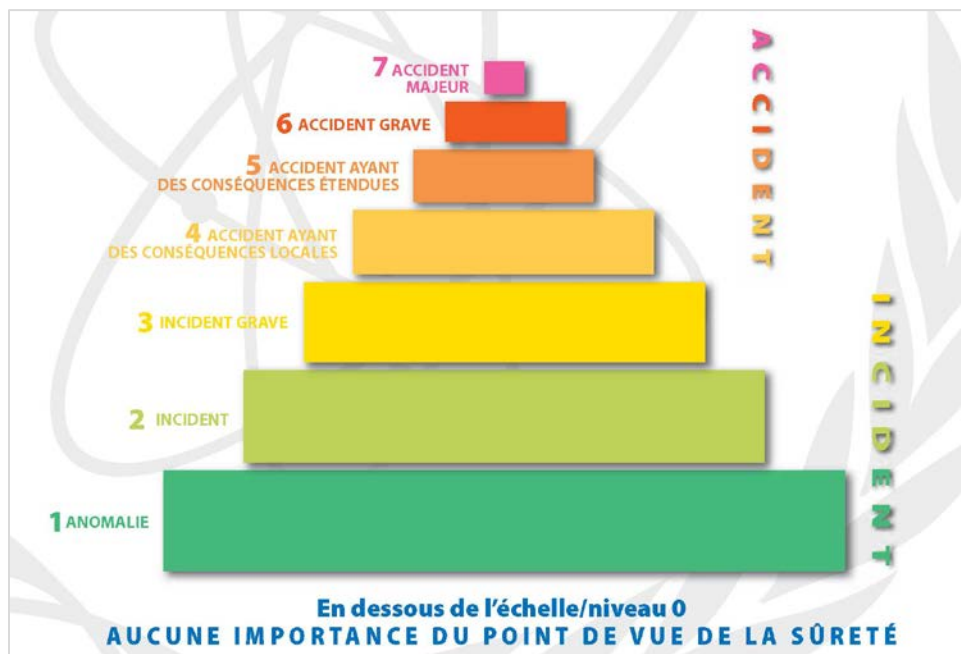
L'échelle est utilisée depuis 1990 pour classer les événements qui surviennent aux centrales nucléaires. Son application s'est élargie au fil du temps pour inclure maintenant toutes les installations de l'industrie nucléaire. Depuis 2006, elle est adaptée à tous les événements associés à l'utilisation, au transport et au stockage des sources radioactives et des substances nucléaires. Il est à noter que l'échelle n'est pas un outil utilisé pour comparer le rendement en matière de sûreté entre les installations ou les organisations; elle sert plutôt à communiquer efficacement l'importance des événements sur le plan de la sûreté.

- En ce qui concerne le présent rapport annuel de surveillance réglementaire, l'échelle a été appliquée à tous les événements associés à l'utilisation, au transport et au stockage des substances nucléaires et des sources radioactives qui ont été signalés par les titulaires de permis des quatre secteurs d'activités nucléaires couverts par le présent rapport. L'échelle a également servi à classer les événements entraînant une exposition des travailleurs et des membres du public. La section [4.2.6](#) fournit plus de détails sur les événements signalés par les titulaires de permis en 2014.

Dans le but de valider l'utilisation de l'échelle par la CCSN pour les événements associés à des substances nucléaires, le personnel de la CCSN a examiné les données historiques contenues dans la base de données INES de l'AIEA. Ces données sont présentées en annexe A aux fins de référence. L'examen a confirmé que le classement par la CCSN des événements associés à des substances nucléaires et le nombre de ces événements sont comparables à ceux d'autres pays.

La figure 1 présente les divers niveaux de l'échelle INES.

**Figure 1 : Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques**  
(source : AIEA)



La figure 2 fournit une description des événements nucléaires et radiologiques ainsi que leurs niveaux respectifs, tandis que la figure 3 donne des exemples d'événements impliquant des sources radioactives utilisées, en stockage ou en transport, avec leur niveau respectif.



Figure 2 : Description des événements nucléaires et radiologiques avec leurs niveaux respectifs (source : AIEA)

Niveau de l'INES	Population et environnement	Barrières et contrôles radiologiques	Défense en profondeur
Accident majeur Niveau 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejet majeur de matières radioactives avec des effets considérables sur la santé et l'environnement exigeant la mise en œuvre des contre-mesures prévues, voire plus.</li> </ul>		
Accident grave Niveau 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejet important de matières radioactives exigeant probablement la mise en œuvre des contre-mesures prévues.</li> </ul>		
Accident ayant des conséquences étendues Niveau 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejet limité de matières radioactives exigeant probablement la mise en œuvre de certaines des contre-mesures prévues.</li> <li>Plusieurs décès radio-induits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Endommagement grave du cœur du réacteur.</li> <li>Rejet de grandes quantités de matières radioactives dans l'installation avec une probabilité élevée d'exposition importante du public. Ceci pourrait résulter d'un accident de criticité ou d'un incendie majeur.</li> </ul>	
Accident ayant des conséquences locales Niveau 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejet mineur de matières radioactives n'exigeant probablement pas la mise en œuvre de contre-mesures prévues autres que la surveillance des aliments locaux.</li> <li>Au moins un décès radio-induit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fusion ou endommagement du combustible provoquant le rejet de plus de 0,1 % de la radioactivité du cœur.</li> <li>Rejet de quantités importantes de matières radioactives dans l'installation avec une probabilité élevée d'exposition importante du public.</li> </ul>	
Incident grave Niveau 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposition dépassant dix fois la limite annuelle réglementaire pour les travailleurs.</li> <li>Effets sanitaires déterministes non létaux (brûlures, par exemple) radio-induits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Débits d'exposition de plus de 1Sv/h dans une zone de travail.</li> <li>Contamination grave d'une zone censée ne pas être contaminée de par sa conception, avec une faible probabilité d'exposition importante du public.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accident évité de peu dans une centrale nucléaire avec défaillance de toutes les dispositions en matière de sûreté.</li> <li>Perte ou vol de sources scellées de haute activité.</li> <li>Erreur de livraison d'une source scellée de haute activité, sans procédures adéquates pour y faire face.</li> </ul>
Incident Niveau 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposition d'un membre du public dépassant 10 mSv.</li> <li>Exposition d'un travailleur dépassant les limites annuelles réglementaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensité de rayonnement dans une zone de travail dépassant 50 mSv/h.</li> <li>Contamination importante dans une installation d'une zone censée ne pas être contaminée de par sa conception.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Défaillances importantes des dispositions en matière de sûreté, mais sans conséquences effectives.</li> <li>Découverte d'une source scellée orpheline, d'un appareil ou d'un colis de haute activité sans défaillance des dispositions en matière de sûreté.</li> <li>Emballage incorrect d'une source scellée de haute activité.</li> </ul>
Anomalie Niveau 1			<ul style="list-style-type: none"> <li>Surexposition d'un membre du public dépassant les limites annuelles réglementaires.</li> <li>Problèmes mineurs liés aux composants de sûreté, avec maintien d'une solide défense en profondeur.</li> <li>Perte ou vol d'une source, d'un appareil ou d'un colis de faible activité.</li> </ul>
<i>AUCUNE IMPORTANCE DU POINT DE VUE DE LA SÛRETÉ (En dessous de l'échelle/niveau 0)</i>			



Figure 3 : Exemples d'événements impliquant des sources radioactives et leur transport (source : AIEA)

	Population et environnement	Défense en profondeur
7		
6		
5	<i>Goiânia (Brésil), 1987</i> — Quatre personnes sont décédées et six ont reçu des doses de quelques Gy par exposition à une source au <sup>137</sup> Cs hautement radioactive abandonnée et brisée.	
4	<i>Fleurus (Belgique), 2006</i> — Effets sanitaires graves chez un travailleur d'une installation industrielle d'irradiation ayant reçu des doses élevées de rayonnements.	
3	<i>Yanango (Pérou), 1999</i> — Incident mettant en jeu une source de radiographie et provoquant des brûlures graves.	<i>İkitelli (Turquie), 1999</i> — Perte d'une source au <sup>60</sup> Co de haute activité.
2	<i>États-Unis, 2005</i> — Surexposition d'un technicien de radiographie dépassant la limite annuelle pour les travailleurs sous rayonnements.	<i>France, 1995</i> — Défaillance des systèmes de contrôle des accès dans une installation équipée d'un accélérateur.
1		Vol d'un densimètre.

- Gestion des sources épuisées, orphelines ou retirées du service
  - Les sources épuisées, retirées du service et orphelines constituent une préoccupation grandissante à travers le monde. Au Canada, certains événements signalés en 2014 à la CCSN soulignent l'importance de mettre en œuvre une stratégie nationale pour aborder cette question. Les événements et les détails des mesures prises pour régler ce problème sont expliqués à la section 4.2.6 du rapport.
- Section sur les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche
  - Dans les éditions précédentes du rapport, les renseignements sur les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche étaient présentés en annexe. Dans le rapport de 2014, les renseignements sur ces installations sont intégrés au corps du rapport, à la section 9.

## 3.2 Secteurs d'activités nucléaires

### 3.2.1 Secteur médical

Les titulaires de permis du secteur médical utilisent des substances nucléaires et ont recours à des accélérateurs de particules ou d'autres types d'équipement à des fins diagnostiques et thérapeutiques dans les hôpitaux et les cliniques médicales.

Les applications médicales utilisant des produits radiopharmaceutiques sont conçues pour cibler des tissus et des organes particuliers, afin de permettre l'acheminement de substances nucléaires à des parties spécifiques du corps à des fins d'épreuves diagnostiques ou de traitement.

Les études de médecine nucléaire diagnostique aident à déterminer la cause de problèmes médicaux en étudiant les fonctionnements physiologiques des organes, des tissus ou des os. Des produits radiopharmaceutiques contenant des substances nucléaires comme le technétium 99m, le gallium 67 et le fluor 18 sont administrés aux patients à des fins d'imagerie. Parmi les procédures courantes de médecine nucléaire diagnostique, on compte : la scintigraphie myocardique de perfusion (visualisation du débit sanguin du cœur et de son fonctionnement), la scintigraphie osseuse (évaluation du métabolisme des os, de la présence d'infections ou de tumeurs) et la scintigraphie rénale (évaluation du fonctionnement des reins).

Les radio-isotopes sont également utilisés dans de nombreuses procédures thérapeutiques. Par exemple, on utilise l'iode 131 dans le traitement des maladies de la glande thyroïde, tandis que d'autres radio-isotopes, comme l'yttrium 90, sont utilisés en conjonction avec des anticorps dans le traitement dirigé de certains cancers.

On utilise aussi des accélérateurs linéaires médicaux (voir la figure 4) et des appareils de téléthérapie ou de curiethérapie dans le cadre de procédures thérapeutiques. Ces appareils sont utilisés pour traiter le cancer en administrant aux tissus cancéreux des doses de rayonnement soigneusement contrôlées.

La médecine nucléaire vétérinaire fait appel à des techniques qui sont semblables à celles utilisées en médecine nucléaire humaine. Des cliniques vétérinaires partout au pays offrent un large éventail de procédures de médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique et, dans certains cas, un traitement par radiothérapie à l'aide d'accélérateurs médicaux ou à l'aide de la téléthérapie.

Le présent rapport fournit les résultats généraux de l'évaluation par le personnel de la CCSN du rendement en matière de réglementation de tous les titulaires de permis inspectés en 2014 dans le secteur médical et examine plus en détail les trois sous-secteurs suivants : médecine nucléaire

Figure 4 : Accélérateur linéaire utilisé pour traiter les cancers



diagnostique et thérapeutique, radiothérapie, et médecine nucléaire vétérinaire.

### 3.2.2 Secteur industriel

Dans le secteur industriel, les titulaires de permis utilisent des substances nucléaires soit dans des installations industrielles ou lors de travaux sur le terrain ou sur des chantiers de construction. Les utilisations caractéristiques en génie civil comprennent la mesure de paramètres physiques (densité, humidité et composition géologique) et l'examen des matériaux. On utilise aussi des substances nucléaires pour mesurer le niveau ou le débit dans les installations industrielles, notamment pour l'exploration pétrolière et gazière, l'extraction minière et la fabrication. Comme le montre la figure 5, ces substances nucléaires se trouvent dans des appareils à rayonnement, par exemple les jauges nucléaires fixes servant à contrôler les procédés de fabrication dans plusieurs industries, et les jauges nucléaires portatives, tel qu'illustré à la figure 6.

Les jauges portatives servent souvent à mesurer l'humidité et la densité des sols et le compactage de l'asphalte dans le domaine de la construction routière. En gammagraphie industrielle, des appareils d'exposition contenant des substances nucléaires sont utilisés pour l'examen non destructif des matériaux. Les personnes responsables du fonctionnement d'un appareil d'exposition ou de la supervision d'un stagiaire sur le fonctionnement d'un tel appareil doivent être accréditées par la CCSN. Les appareils d'exposition utilisés en gammagraphie industrielle comportent plusieurs barrières de sûreté pour réduire la possibilité d'exposition accidentelle à la source. Par exemple, ils sont fabriqués avec un matériau dense (comme l'uranium appauvri) servant d'écran protecteur (blindage) contre la radioactivité intense de la source enfermée dans l'appareil.

Les applications industrielles des substances nucléaires sont aussi variées que les procédés dans lesquels elles interviennent. Certains radio-isotopes sont choisis en fonction des propriétés de rayonnement qu'ils émettent, de l'intensité de leur rayonnement, et des utilisations prévues. Par exemple, en gammagraphie industrielle, la substance nucléaire choisie dépend de la taille et de la densité du matériau à imager. Avec ses rayons gamma de grande énergie, le cobalt 60 est utilisé pour les matériaux denses et épais (comme le béton de structure). Lorsque le matériau ne nécessite pas la capacité de pénétration du cobalt 60, on utilise d'autres substances nucléaires (comme l'iridium 192 ou le sélénium 75). Le césium 137 (un autre émetteur gamma) est le plus couramment

Figure 5 : Jauge fixe montée



Figure 6 : Travailleur utilisant une jauge portative pendant des travaux de construction



utilisé dans les jauges portatives et fixes pour mesurer la densité. Dans d'autres utilisations industrielles (comme la mesure de l'humidité), les jauges portatives comprennent le plus souvent des substances nucléaires émettant des neutrons, tels que l'américium 241/béryllium.

Le présent rapport fournit les résultats généraux de l'évaluation par le personnel de la CCSN du rendement en matière de réglementation de tous les titulaires de permis inspectés en 2014 dans le secteur industriel et examine plus en détail les quatre sous-secteurs suivants : gammagraphie industrielle, diagraphie des puits de pétrole, jauges nucléaires portatives, jauges nucléaires fixes.

### 3.2.3 Secteur universitaire et de recherche

Dans le secteur universitaire et de recherche, les activités autorisées sont réalisées dans les universités, collèges et laboratoires de recherche. Elles consistent surtout à mener des recherches biologiques et biomédicales, essentiellement à l'aide de substances nucléaires non scellées (comme le montre la figure 7). Ce secteur utilise aussi des sources scellées, des appareils à rayonnement et des accélérateurs de particules pour l'enseignement, ainsi que pour la recherche pure et appliquée, de même que des irradiateurs pour irradier les cellules ou les échantillons en laboratoires.

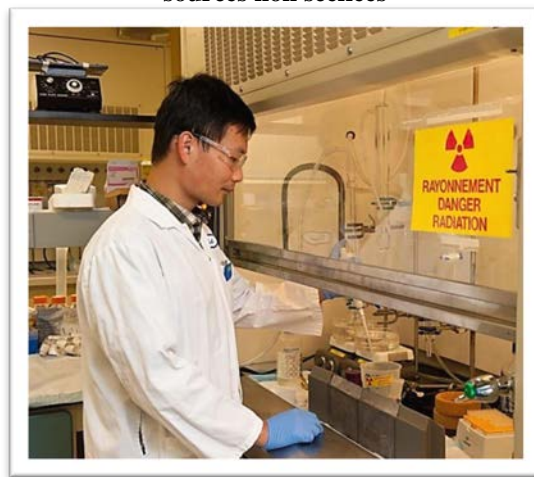
Le présent rapport fournit les résultats généraux de l'évaluation par le personnel de la CCSN du rendement en matière de réglementation de tous les titulaires de permis inspectés en 2014 dans le secteur universitaire et de recherche. Il examine plus en détail le sous-secteur suivant : études de laboratoire et utilisation globale de substances nucléaires.

#### Laboratoire de la CCSN

Dans le cadre de ses attributions en matière de réglementation, la CCSN mène certaines activités qui sont réglementées en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN). Pour garantir la transparence de la surveillance, la direction de la CCSN a séparé son rôle de « titulaire de permis » (qui relève de sa Direction générale du soutien technique) de son rôle « d'organisme de réglementation » (qui relève de sa Direction générale de la réglementation des opérations).

Le laboratoire offre des services d'étalonnage et des services d'analyse aux inspecteurs et aux autres membres du personnel de la CCSN. Pour fournir ces services, la CCSN détient deux permis : un premier visant l'irradiateur pour l'étalonnage gamma, situé à son laboratoire d'Ottawa, et un second permis aux fins d'utilisation globale de substances nucléaires couvrant toutes les autres activités menées dans son laboratoire ou ailleurs au Canada. Les deux permis ont été délivrés conformément à la LSRN et sont régis selon

Figure 7 : Utilisation en laboratoire de sources non scellées





les mêmes processus d'autorisation et de vérification de la conformité que ceux qui s'appliqueraient à tout autre titulaire de permis semblable.

En ce qui concerne les services d'analyse, le laboratoire analyse des échantillons prélevés dans le cadre du Programme indépendant de surveillance environnementale et lors des inspections réalisées par la CCSN. Le laboratoire participe également au Programme national canadien d'expertise en analyse nucléolégale dans le cadre du Programme canadien pour la sûreté et la sécurité. Il fournit des services d'étalonnage pour tous les instruments de mesure des rayonnements utilisés par le personnel de la CCSN, y compris les inspecteurs affectés aux centrales nucléaires et aux bureaux régionaux de la CCSN.

Afin d'offrir ces deux gammes de services, le laboratoire doit disposer de substances radioactives et d'appareils à rayonnement. Le laboratoire compte sur un inventaire de sources scellées qui sont soit utilisées au laboratoire même, soit prêtées aux détenteurs de permis internes. Son inventaire de sources scellées est relativement important; il y a plus de 500 sources scellées stockées au laboratoire.

Le permis d'utilisation globale de substances nucléaires vise deux détenteurs de permis internes. Il y a bien sûr le laboratoire lui-même, ainsi que la Division des programmes de gestion des urgences, qui emprunte des sources pour assurer la formation des premiers intervenants au Canada en matière d'urgences radiologiques.

Le laboratoire de la CCSN est chargé de réaliser les activités autorisées en vertu des deux permis. Dans le présent rapport, le laboratoire de la CCSN est inclus dans le sous-secteur « Études de laboratoire et utilisation globale de substances nucléaires ». La CCSN présente les résultats d'inspection de son laboratoire dans le but de faire preuve de transparence dans ses activités autorisées, tant à titre d'organisme de réglementation qu'à titre de titulaire de permis.

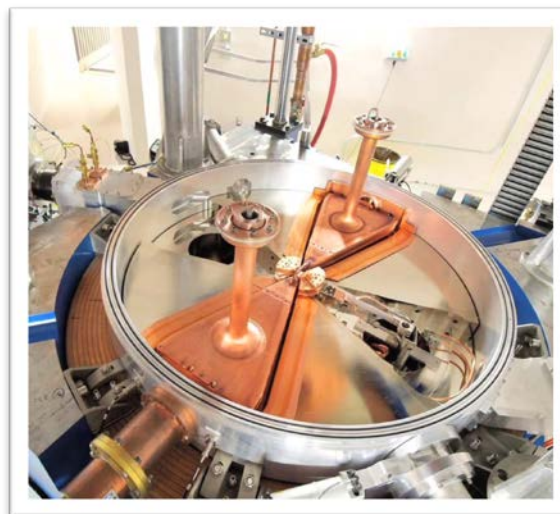
### 3.2.4 Secteur commercial

Le secteur commercial comprend un certain nombre d'activités autorisées liées à la production, au traitement, au stockage et à la distribution de substances nucléaires, à l'étalonnage des instruments de détection des rayonnements et à l'entretien des appareils à rayonnement et de l'équipement réglementé de catégorie II utilisé à des fins commerciales.

La figure 8 montre les éléments internes d'un cyclotron partiellement assemblé, utilisé pour la production de radio-isotopes.

On trouve aussi des substances nucléaires dans des dispositifs couramment utilisés par les Canadiens, par exemple les détecteurs de fumée. L'utilisateur final n'a peut-être pas besoin de détenir un permis pour se procurer un tel dispositif, cependant la fabrication et la distribution initiale de

**Figure 8 : Accélérateur pour la production d'isotopes (cyclotron) (source : Université de l'Alberta)**



ces dispositifs au Canada sont des activités qui exigent un permis de la CCSN.

Le présent rapport fournit les résultats généraux de l'évaluation par le personnel de la CCSN du rendement en matière de réglementation de tous les titulaires de permis inspectés en 2014 dans le secteur commercial et examine plus en détail les cinq sous-secteurs suivants : exploitation des accélérateurs pour la production d'isotopes; traitement de substances nucléaires; distribution de substances nucléaires; entretien d'appareils à rayonnement et d'équipement réglementé; étalonnage d'appareils à rayonnement et d'équipement réglementé.

### 3.2.5 Installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche

Au Canada, il existe deux grandes installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche, qui sont exploitées en vertu d'un permis de la CCSN, soit TRIUMF Accelerators Inc. et le Centre canadien de rayonnement synchrotron Inc. (CCRS).

TRIUMF, situé sur le campus de l'Université de la Colombie-Britannique, est le laboratoire national du Canada qui œuvre dans les domaines de la recherche nucléaire, de la physique des particules et des sciences connexes. TRIUMF est aussi un important producteur d'isotopes radioactifs utilisés pour les procédures de diagnostic en médecine nucléaire. Il appartient à un consortium composé de 18 universités canadiennes, et est géré en coentreprise. TRIUMF exploite un cyclotron de 520 mégaélectron-volts (MeV) (voir la figure 9), quatre cyclotrons plus petits et trois accélérateurs linéaires de particules. Le cyclotron principal est en exploitation depuis plus de 40 ans.

Le CCRS exploite un synchrotron (voir la figure 10) sur le campus de l'Université de la Saskatchewan, à Saskatoon.

L'installation se compose de trois grands systèmes d'accélération : un accélérateur linéaire de 300 MeV, un anneau d'accélération pour porter les électrons jusqu'à une énergie de 2,9 gigaélectron-volts (GeV) et un anneau de stockage qui les maintient en circulation à 2,9 GeV pendant plusieurs heures. L'installation produit du rayonnement synchrotron utilisé comme source lumineuse pour des expériences dans divers domaines, tels que la biologie, la recherche sur les matériaux, la physique atomique et la chimie moléculaire, les sciences de la Terre, les produits

Figure 9 : À l'intérieur du cyclotron de 520 MeV (source : TRIUMF)



Figure 10 : Installation de recherche du CCRS



pharmaceutiques, la recherche biomédicale et l'électronique. Le rayonnement synchrotron est un rayonnement électromagnétique émis lors du changement de la trajectoire d'électrons à haute énergie, occasionné par différents dispositifs (aimants et onduleurs) dans l'anneau de stockage. Le spectre de la lumière émise s'étend de l'infrarouge aux rayons X en passant par le visible et l'ultraviolet. Les expériences ont lieu dans des lignes de faisceaux optiques disposés tangentiellement par rapport à l'anneau de stockage. L'installation est exploitée depuis 2005.

Selon l'approche de réglementation qui tient compte du risque de la CCSN décrite à la section 1 du présent rapport, les installations de TRIUMF et du CCRS entrent dans la catégorie des grandes installations nucléaires. Ces deux installations disposent d'un manuel des conditions de permis et font l'objet d'activités de vérification de la conformité plus fréquentes et plus détaillées que les autres titulaires de permis couverts dans le rapport. Par conséquent, le rendement de ces deux installations en matière de conformité est traité dans une section distincte. Cela est conforme à l'établissement de rapports par la CCSN sur les autres grandes installations nucléaires réglementées au Canada, comme ceux sur les [installations de traitement de l'uranium et des substances nucléaires](#).

### **3.2.6 Ventilation des permis par secteur**

Le nombre total de permis dans chaque secteur a diminué de 7,9 % en 2014, comparativement à 2010. Cette réduction est principalement attribuable aux efforts considérables déployés par le personnel de la CCSN en vue de regrouper les permis lorsque cela est possible, c'est-à-dire de regrouper plusieurs permis détenus par un titulaire de permis en un seul permis pour l'ensemble du site. D'autres facteurs ayant contribué à cette diminution sont la fusion de régies régionales de la santé et l'achat de petites entreprises par de plus grosses.

Les efforts de regroupement des permis entrepris par le personnel de la CCSN ont entraîné une diminution de la paperasserie pour les titulaires de permis. Cette réduction du fardeau administratif associé à la gestion de permis multiples a donné à la CCSN la possibilité de réaffecter des ressources à la surveillance réglementaire d'activités qui n'étaient auparavant pas réglementées par la CCSN, comme les accélérateurs mobiles et les accélérateurs de faible énergie. Dans le présent rapport, les résultats de l'évaluation du rendement en matière de réglementation visant les accélérateurs de faible énergie sont inclus dans le secteur industriel et dans le secteur médical.

La répartition des permis entre les quatre secteurs est restée essentiellement la même depuis 2010. La figure 11 montre la ventilation des permis par secteur en 2014 et le tableau 2 indique le nombre de permis par secteur de 2010 à 2014.

Tableau 2 : Nombre de permis par secteur de 2010 à 2014

Secteur	2010	2011	2012	2013	2014
Médical	593	568	561	552	536
Industriel	1 482	1 456	1 451	1 440	1 398
Universitaire et recherche	290	276	253	232	229
Commercial	257	250	248	256	248
Total	2 622	2 550	2 513	2 480	2 415*

\* Ce total inclut les permis pour les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche, traitées à la section 9.

### 3.3 Travailleurs

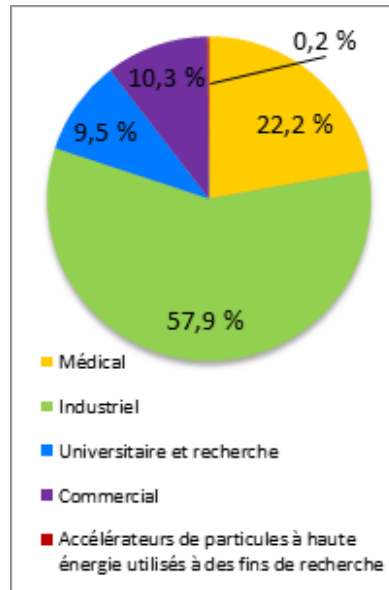
Le présent rapport mentionne deux catégories de travailleurs qui exécutent des travaux et qui sont mentionnés dans un permis de la CCSN : les « travailleurs du secteur nucléaire » et les « autres travailleurs » qui ne sont pas des travailleurs du secteur nucléaire. L'expression « travailleur du secteur nucléaire » désigne une personne qui, du fait de sa profession ou de son occupation ainsi que des conditions dans lesquelles elle exerce ses activités, si celles-ci sont liées à une substance ou à une installation nucléaire, risque vraisemblablement de recevoir une dose de rayonnement supérieure à la limite réglementaire fixée pour la population en général à 1 millisievert (mSv) par année. L'expression « autre travailleur » signifie une personne qui, lorsqu'elle exécute des tâches liées à une substance nucléaire ou à une installation nucléaire, ne recevra vraisemblablement pas une dose dépassant 1 mSv par année. Le rapport présente l'information dosimétrique pour ces deux catégories de travailleurs, bien qu'il porte essentiellement sur les travailleurs du secteur nucléaire.

#### 3.3.1 Les travailleurs du secteur nucléaire en chiffres

Un nombre total de 60 407 travailleurs œuvrant dans les quatre secteurs et les deux installations ont fait l'objet d'un contrôle en 2014. De ce nombre, 23 688 étaient des travailleurs du secteur nucléaire. Le nombre de travailleurs dont il est question dans le présent rapport est tiré des rapports annuels de conformité obligatoires que les titulaires de permis ont soumis en 2014.

Des 23 688 travailleurs du secteur nucléaire, 38,0 % étaient employés dans le secteur médical, 36,2 % dans le secteur industriel, 15,2 % dans le secteur universitaire et de recherche, et un autre 8,8 % dans le secteur commercial. Le 1,8 % restant des travailleurs du secteur nucléaire était employé dans les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche. La figure 12 montre la répartition sectorielle des travailleurs du secteur nucléaire.

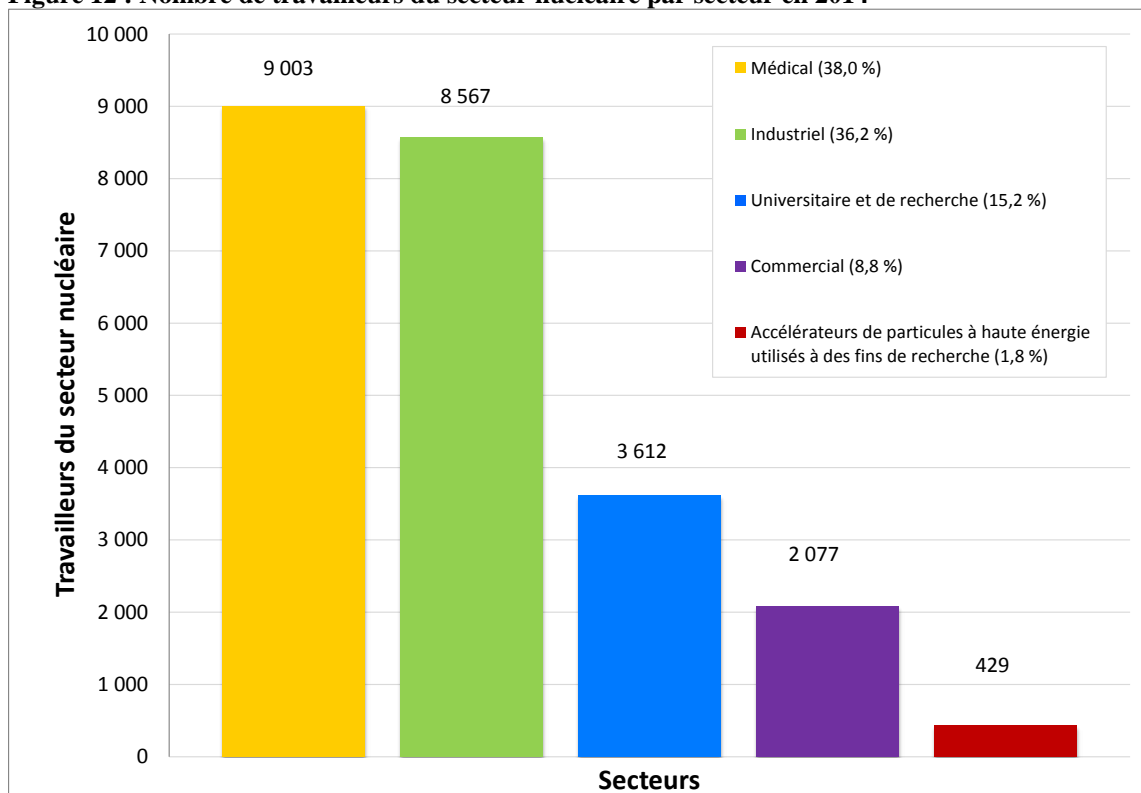
Figure 11 : Ventilation des permis en 2014



Nota : Il est possible que la somme des pourcentages ne corresponde pas à 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.



Figure 12 : Nombre de travailleurs du secteur nucléaire par secteur en 2014



### 3.4 Doses reçues en milieu de travail

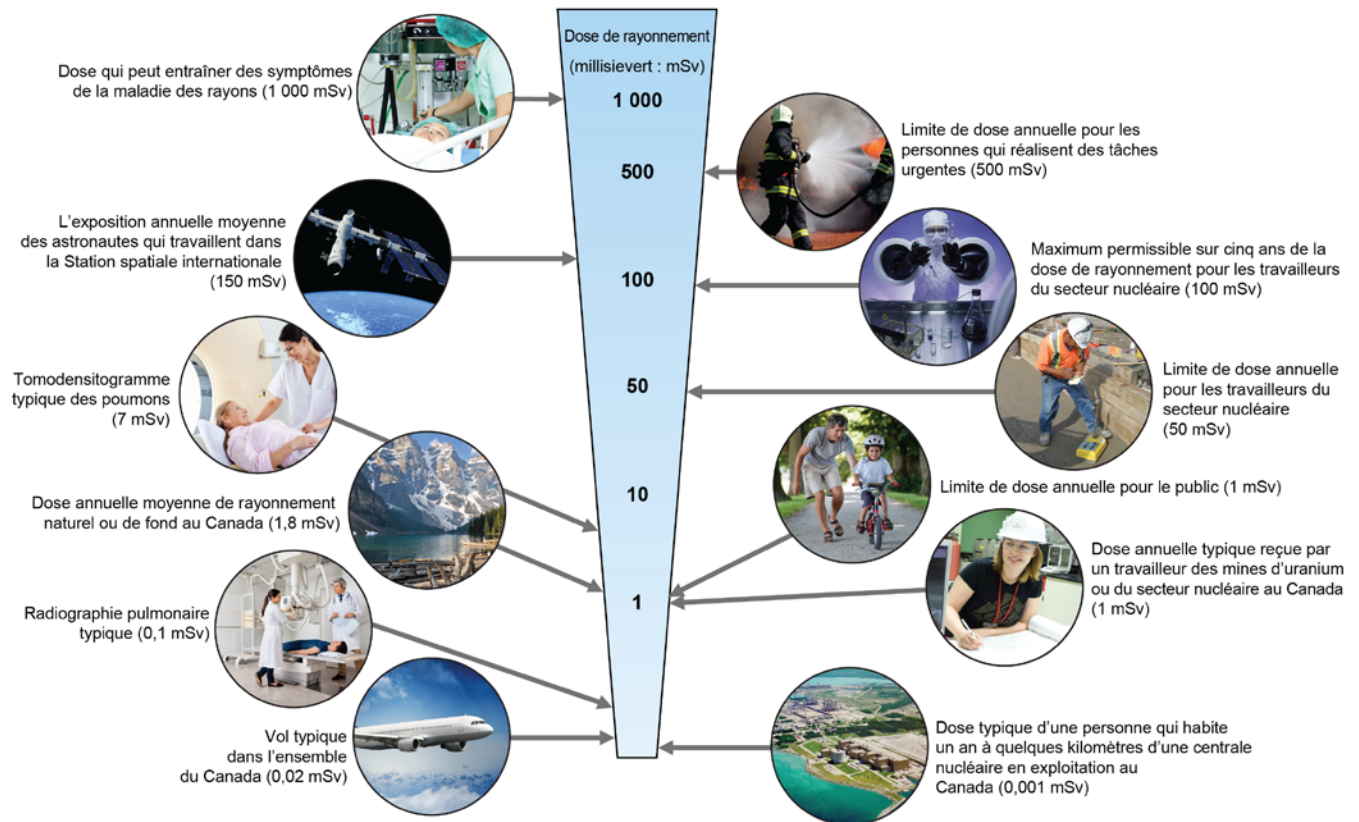
#### 3.4.1 Les doses en contexte

La radioexposition ailleurs qu'en milieu de travail peut se produire dans de nombreuses situations. Par exemple, une personne peut être exposée aux rayonnements à bord d'un avion ou lors d'une procédure médicale comme une radiographie du thorax.

Le rayonnement naturel contribue à l'exposition aux rayonnements de toutes les personnes habitant sur la Terre. La dose moyenne annuelle de rayonnement naturel reçue est d'environ 1,8 mSv au Canada et de 2,4 mSv à travers le monde. Parmi les principales villes canadiennes, c'est à Winnipeg qu'on reçoit la dose moyenne annuelle de [rayonnement naturel](#) la plus élevée, soit 4,1 mSv.

La figure 13 présente les situations pour lesquelles les travailleurs et la population peuvent être exposés aux rayonnements dans le cadre des activités nucléaires autorisées par la CCSN.

Figure 13 : Les doses en contexte



### 3.4.2 Limites de dose

La limite réglementaire de la dose efficace pour les travailleurs du secteur nucléaire est de 50 mSv par période de dosimétrie d'un an et de 100 mSv par période de dosimétrie de cinq ans. La période de dosimétrie d'un an commence le 1<sup>er</sup> janvier et se termine le 31 décembre de chaque année. La période actuelle de dosimétrie de cinq ans a débuté le 1<sup>er</sup> janvier 2011 et se terminera le 31 décembre 2015. Pour les personnes qui ne sont pas désignées travailleurs du secteur nucléaire, la limite de dose efficace est de 1 mSv par année civile. Dans le présent rapport, le terme « dose efficace » fait référence à la dose au corps entier. Lorsque des substances nucléaires doivent être manipulées directement, on assure également la surveillance des doses reçues aux mains. Ces doses, désignées comme « doses aux extrémités », font l'objet d'une limite réglementaire de 500 mSv par période de dosimétrie d'un an pour les travailleurs du secteur nucléaire et d'une limite de 50 mSv par année civile pour les autres travailleurs. Le concept de période de dosimétrie de cinq ans ne s'applique pas aux doses aux extrémités ni aux doses efficaces reçues par les personnes qui ne sont pas des travailleurs du secteur nucléaire.

Aux fins du présent rapport, les personnes qui ne sont pas des travailleurs du secteur nucléaire sont appelées les « autres travailleurs » et elles sont assujetties à une limite de dose réglementaire de 1 mSv par année, soit la même limite que celle applicable aux membres du public.

### 3.4.3 Contrôle de la dose efficace

Tous les titulaires de permis sont tenus de contrôler la dose efficace reçue par chaque travailleur qui exécute des tâches en lien avec les activités autorisées en vertu de leur permis de la CCSN. On peut contrôler les doses par mesure directe (au moyen d'une surveillance) ou par estimation, conformément au [Règlement sur la radioprotection](#). Le *Règlement sur la radioprotection* stipule également que les titulaires de permis doivent avoir recours à un service de dosimétrie autorisé par la CCSN pour assurer la surveillance de chaque travailleur du secteur nucléaire qui, selon toute probabilité raisonnable, pourrait recevoir une dose efficace supérieure à 5 mSv/an.

Toutefois, sans égard à la possibilité d'exposition professionnelle, dans certains secteurs d'activités nucléaires (comme la gammagraphie industrielle), les titulaires de permis doivent toujours utiliser un service de dosimétrie autorisé pour assurer le contrôle des doses aux travailleurs du secteur nucléaire qu'ils emploient (conformément au paragraphe 30(3) du [Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement](#)).

### 3.4.4 Dose supérieure à la limite

Dans le cas où un travailleur a reçu une dose supérieure à la limite réglementaire, le titulaire de permis doit interdire au travailleur d'exécuter des tâches susceptibles de contribuer à augmenter sa dose. Le titulaire de permis concerné doit également enquêter sur la cause de la radioexposition, prendre des mesures pour éviter que la situation ne se reproduise et ensuite soumettre un rapport à la CCSN. Le personnel de la CCSN examine l'information présentée par le titulaire de permis après chaque enquête. Selon les circonstances, la Commission (ou le plus souvent un fonctionnaire désigné par la Commission) peut autoriser le travailleur à reprendre ses tâches normales, conformément à la procédure prévue par le *Règlement sur la radioprotection*. L'autorisation de retour au travail peut être accompagnée de conditions et de limites de dose calculées au prorata pour le restant de la période de dosimétrie.

### 3.5 Mesures du rendement en matière de sûreté

Le présent rapport se fonde sur des critères représentatifs du rendement en matière de sûreté, à savoir les doses de rayonnement reçues par les travailleurs, les résultats d'inspection de conformité, les mesures d'application et les événements signalés. Le personnel de la CCSN examine les documents des titulaires de permis et réalise des inspections sur le terrain afin de vérifier si les titulaires de permis ont mis en œuvre des pratiques et des programmes de sûreté efficaces. Les résultats de ces inspections donnent des renseignements sur plusieurs aspects clés du rendement en matière de sûreté, à l'intérieur de chaque domaine de sûreté et de réglementation qui s'applique à l'activité autorisée. Aux fins du présent rapport, les trois domaines de sûreté et de réglementation suivants forment les indicateurs les plus pertinents du rendement en matière de sûreté des titulaires de permis dans les quatre secteurs d'activités nucléaires visés par le rapport : Conduite de l'exploitation, Radioprotection et Sécurité. À titre d'indicateurs supplémentaires du rendement en matière de sûreté, le rapport fait état de la nature et du type des événements signalés par les titulaires de permis, y compris de leur importance

sur le plan de la sûreté, ainsi que les mesures d'application prises par la CCSN en 2014. Chaque mesure de rendement est décrite ci-dessous.

En ce qui concerne le secteur des accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche, le rapport présente le rendement des deux titulaires de permis concernés dans chacun des 14 domaines de sûreté et de réglementation, de la même façon que pour les autres grandes installations canadiennes réglementées par la CCSN. On trouvera cette information à la section 9 du rapport.

### **3.5.1 Conduite de l'exploitation**

La conduite de l'exploitation désigne la capacité du titulaire de permis à réaliser les activités autorisées conformément aux exigences opérationnelles et de sûreté prévues par la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN), par ses règlements d'application et dans les conditions de permis. Le titulaire de permis doit pouvoir démontrer qu'il répond aux exigences opérationnelles et de sûreté, et que ses travailleurs sont non seulement informés des procédures appropriées concernant l'utilisation et l'entretien de l'équipement ou des appareils, mais qu'ils les mettent en pratique. Il doit aussi tenir à jour les documents qui s'imposent pour attester de la conformité. La conduite de l'exploitation est aussi rendue par « procédures opérationnelles » (Operational Procedures) dans les rapports d'inspection fournis aux titulaires de permis. L'annexe B montre les liens entre la convention d'appellation des domaines de sûreté et de réglementation utilisée dans les rapports d'inspection et dans le présent rapport.

### **3.5.2 Radioprotection**

Tous les titulaires de permis doivent mettre en œuvre un programme de radioprotection pour s'assurer que les niveaux de contamination et les doses de rayonnement reçues par les personnes sont surveillés, contrôlés et maintenus en deçà des limites réglementaires et au [niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre](#) (principe ALARA), compte tenu des facteurs socioéconomiques. Pour atteindre ces objectifs, les titulaires de permis peuvent contrôler les doses aux travailleurs, afficher des panneaux de mise en garde contre les rayonnements, se préparer adéquatement aux situations d'urgence radiologique, surveiller les activités opérationnelles, instaurer des pratiques efficaces en milieu de travail qui mettent l'accent sur les facteurs temps, distance et blindage afin de réduire au minimum l'exposition aux rayonnements, et utiliser de l'équipement de protection approprié.

### **3.5.3 Doses aux travailleurs**

Tous les titulaires de permis doivent mettre en œuvre un programme de radioprotection pour s'assurer que les doses de rayonnement reçues par les personnes sont maintenues bien en deçà des limites réglementaires et conformément au principe ALARA, en tenant compte des facteurs socioéconomiques. Par conséquent, le contrôle de l'ampleur des doses reçues par les travailleurs fait partie intégrante du programme de radioprotection d'un titulaire de permis. Les données de dosimétrie présentées dans le présent rapport sont tirées des rapports annuels de conformité obligatoires soumis par titulaires de permis. Depuis 2013, ces données proviennent de l'ensemble des rapports annuels de conformité. Au cours des années antérieures (2008 à 2012), les données de dosimétrie

n'étaient fondées que sur un échantillon représentatif des rapports annuels de conformité pour chacun des quatre secteurs.

### **3.5.4 Sécurité**

Le domaine de sûreté et de réglementation « Sécurité » englobe les mesures, les pratiques et les programmes de sécurité physique que les titulaires de permis doivent mettre en œuvre pour prévenir la perte, l'utilisation illégale, la possession illégale ou encore l'enlèvement de substances nucléaires durant leur cycle de vie, y compris pendant leur stockage ou leur transport. L'étendue des mesures de sécurité requises dépend des types de substances nucléaires utilisées et des activités exécutées par chaque titulaire de permis.

### **3.5.5 Mesures d'application**

Il existe une vaste gamme de mesures d'application auxquelles la CCSN a recours afin de s'assurer que les titulaires de permis corrigent leurs cas de non-conformité d'une façon efficace et opportune. Le type de mesure d'application à prendre est proportionnel au risque que présente le cas de non-conformité pour la sûreté, la santé et la sécurité des travailleurs et de la population canadienne, pour l'environnement ou pour la sécurité nationale. Le présent rapport donne des renseignements sur les mesures d'application suivantes prises par la CCSN : les ordres, les sanctions administratives pécuniaires, le retrait de l'accréditation à des opérateurs d'appareils d'exposition et le retrait de l'accréditation à des responsables de la radioprotection dans les installations nucléaires de catégorie II.

### **3.5.6 Événements signalés**

En vertu de la LSRN et de ses règlements d'application, les titulaires de permis sont tenus de signaler immédiatement à la CCSN certains types d'événements se rapportant à leurs activités autorisées. Suivant le rapport initial, ils disposent de 21 jours pour présenter à la CCSN un rapport final plus détaillé sur l'événement. Ce rapport final doit comprendre une analyse de la cause et des circonstances de l'événement, de même que les mesures que le titulaire de permis a prises (ou propose de prendre) afin d'éviter qu'un tel événement se reproduise. Conjointement, les rapports initial et final permettent à la CCSN de vérifier si le titulaire de permis a pris les mesures nécessaires pour atténuer les conséquences de l'événement et pour corriger la situation afin d'éviter qu'elle se reproduise.

## **3.6 Collecte de données**

Les données de dosimétrie discutées dans le présent rapport proviennent des rapports annuels de conformité que les titulaires de permis ont soumis pour l'année 2014. Ces données constituent un indicateur des doses professionnelles reçues par tous les travailleurs participant aux activités autorisées dans les quatre secteurs d'activités nucléaires et les deux grandes installations visées par le rapport. Les données sur les taux de conformité et le cas non-conformité, de même que les mesures d'application prises par la CCSN, sont tirées du programme de vérification de la conformité et d'application de la loi de la CCSN. Le rapport fournit également les données sur le rendement en matière de

sûreté pour la période allant de 2010 à 2013, ce qui permet d'établir les tendances sur une période de cinq ans.

## 4 Utilisation des substances nucléaires : Rendement en matière de sûreté

### 4.1 Rendement global en matière de sûreté (tous les secteurs)

En 2014, le personnel de la CCSN a exercé une surveillance réglementaire continue auprès de 1 700 titulaires de permis qui possèdent un total de 2 415 permis dans les quatre secteurs d'activités (médical, industriel, universitaire et recherche, et commercial) couverts par le présent rapport. Dans le cadre de ces travaux, le personnel de la CCSN a réalisé des activités de vérification de la conformité comprenant des inspections sur le terrain, des examens de documents et des évaluations techniques des activités autorisées. Le personnel de la CCSN a conclu que l'utilisation des substances nucléaires au Canada est sûre. Les évaluations des constatations visant les domaines de sûreté et de réglementation couverts dans le présent rapport indiquent que, dans l'ensemble, les titulaires de permis ont pris les mesures voulues pour préserver la sûreté, la santé et la sécurité des Canadiens, pour protéger l'environnement et pour respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation des substances nucléaires.

Les doses reçues par les travailleurs sont restées faibles en 2014. La tendance demeure stable par rapport aux années précédentes. Dans l'ensemble, plus de 99,9 % de tous les travailleurs – travailleurs du secteur nucléaire et autres travailleurs – ont reçu des doses inférieures aux limites réglementaires applicables. Aucun travailleur du secteur nucléaire n'a reçu de dose supérieure à la limite de 50 mSv pour une période de dosimétrie d'un an ou supérieure à la limite de 100 mSv pour une période de dosimétrie de cinq ans<sup>1</sup>.

Selon les résultats dosimétriques, il y a eu deux cas distincts où des travailleurs qui ne sont pas du secteur nucléaire ont reçu des doses supérieures à la limite réglementaire annuelle de 1 mSv. Dans ces deux cas, les titulaires de permis concernés sont intervenus conformément au *Règlement sur la radioprotection*. Aucun travailleur n'a subi de répercussion immédiate sur la santé, et ils ne devraient pas subir des conséquences à long terme pour la santé dans l'une ou l'autre des situations. On trouvera plus de détails sur la question à la section 4.2.1.

En 2014, le personnel de la CCSN a réalisé 1 453 inspections pour vérifier la conformité des titulaires de permis aux exigences réglementaires de la CCSN.

- Les quatre secteurs d'activités nucléaires ont continué de démontrer un rendement positif dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation, avec 88,4 % des titulaires de permis inspectés faisant preuve de conformité. En ce qui concerne les titulaires de permis qui ne se conformaient pas aux exigences réglementaires, 11,5 % d'entre eux ont reçu une cote « Inférieur aux attentes » et 0,1 % (une inspection) une cote « Inacceptable ». L'inspection qui a donné lieu à une cote « Inacceptable » a mené à la délivrance d'un ordre au titulaire de permis afin de garantir la prise immédiate de mesures correctives. Les inspecteurs peuvent également délivrer des ordres pour des cotes « Inférieur

---

<sup>1</sup> La période actuelle de dosimétrie de cinq ans prend fin le 31 décembre 2015.



aux attentes » ou à la suite d'une enquête par la CCSN d'un événement signalé, dans le but de protéger les travailleurs, le public et l'environnement.

- De la même manière, les quatre secteurs d'activités nucléaires ont continué de démontrer un rendement positif dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Radioprotection, avec 89,1 % des titulaires de permis inspectés faisant preuve de conformité. En ce qui concerne les titulaires de permis qui ne se conformaient pas aux exigences réglementaires, 10,7 % d'entre eux ont reçu une cote « Inférieur aux attentes » et 0,2 % (3 inspections) une cote « Inacceptable ». Les inspections qui ont donné lieu à une cote « Inacceptable » ont mené à un ordre délivré aux titulaires de permis afin de garantir la prise immédiate de mesures correctives.
- Les résultats de la vérification de la conformité dans le domaine de la Sécurité sont inclus dans le présent rapport. Des dispositions adéquates en matière de sécurité avaient été mises en œuvre pour 94,8 % des titulaires de permis inspectés. Les 5,2 % restant ont reçu une cote « Inférieur aux attentes ».

Pour les titulaires de permis qui ne se conformaient pas aux exigences réglementaires, le personnel de la CCSN a exigé d'eux qu'ils prennent des mesures correctives pour régler les cas de non-conformité relevés lors des inspections. Le personnel de la CCSN assure un suivi systématique de tous les cas de non-conformité jusqu'à ce que les titulaires de permis prennent des mesures correctives appropriées pour les corriger à la satisfaction de la CCSN. Le personnel de la CCSN a examiné les mesures correctives mises en place par les titulaires de permis en 2014 et les a jugées satisfaisantes.

Le suivi obligatoire des sources scellées à risque élevé était entièrement satisfaisant en 2014. Les 148 titulaires de permis inspectés ont fait preuve de conformité avec cette exigence. On trouvera plus d'information sur ce sujet dans le [Rapport annuel sur le Registre national des sources scellées et le Système de suivi des sources scellées](#).

En 2014, la CCSN a pris des mesures d'application renforcées contre 19 titulaires de permis des quatre secteurs d'activités couverts dans ce rapport. Au total, 12 ordres ont été délivrés, dont 11 par des inspecteurs et un par un fonctionnaire désigné. Tous les titulaires de permis se sont conformés aux conditions des ordres et ont mis en œuvre des mesures correctives à la satisfaction du personnel de la CCSN. De plus, sept sanctions administratives pécuniaires ont été délivrées par des fonctionnaires désignés.

La Commission a révisé trois de ces sanctions administratives pécuniaires à la suite d'une demande de révision présentée par la personne nommée dans la sanction administrative pécuniaire. Les sept sanctions administratives pécuniaires ont été payées. On trouvera plus d'information sur les mesures d'application prises par la CCSN à la section 4.2.5.

Pour une deuxième année consécutive, il n'y a eu aucun retrait de l'accréditation à des opérateurs d'appareil d'exposition ni de retrait de l'accréditation à des responsables de la radioprotection dans les installations nucléaires de catégorie II.

En 2014, les titulaires de permis ont signalé 147 événements à la CCSN mettant en cause des substances nucléaires. De ce nombre, le personnel de la CCSN a classé 141 événements au niveau 0 (aucune importance pour la sûreté), selon l'Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES) qui sert à classer les



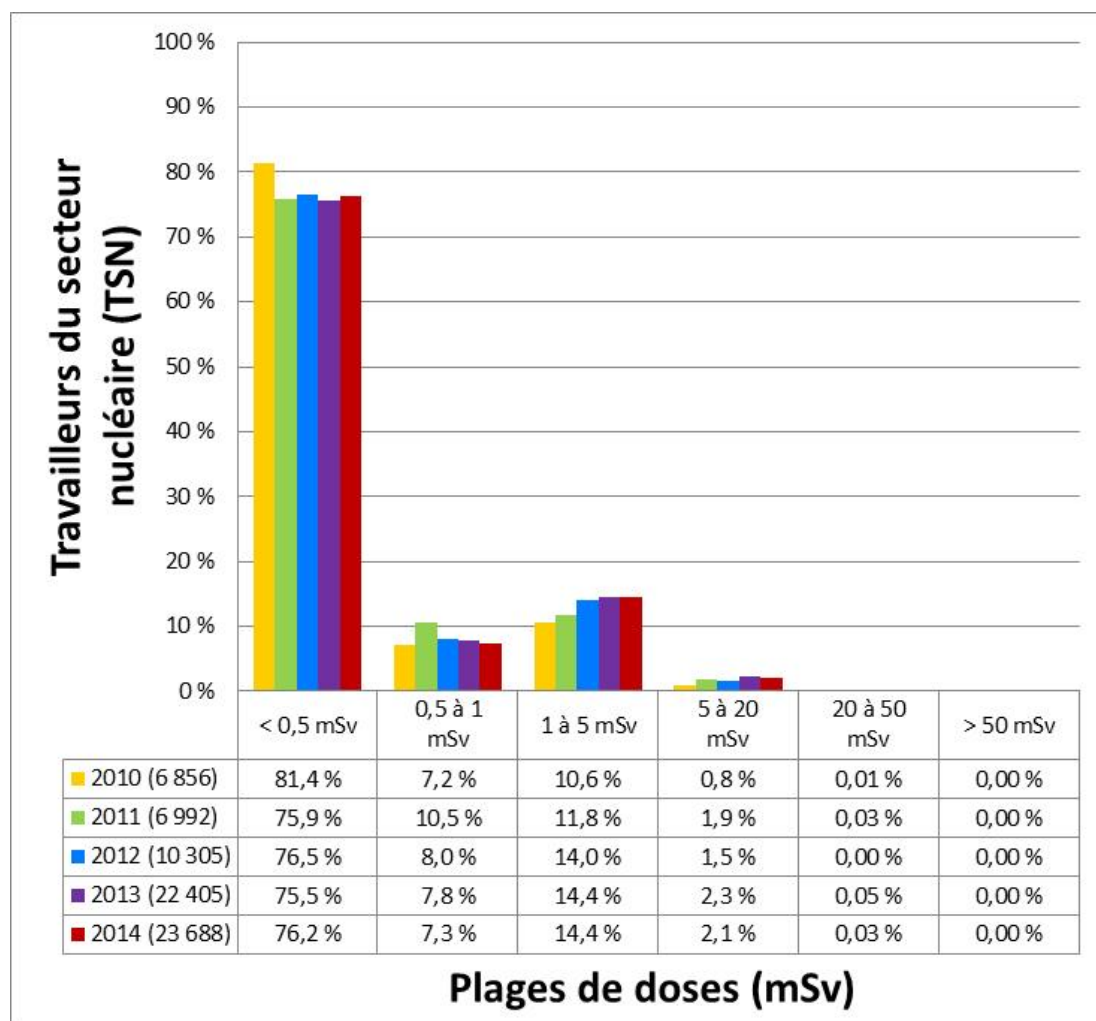
événements associés à des substances nucléaires. Cinq événements ont été classés au niveau 1 (anomalie), en raison de la quantité de substances nucléaires en cause et de leur type (perte de substances nucléaires). Un événement, classé au niveau 2 (incident), est décrit en détail à la section 4.2.1.

## 4.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances

### 4.2.1 Doses aux travailleurs

Dans l'ensemble, les doses aux travailleurs du secteur nucléaire sont restées faibles en 2014. La majorité des travailleurs ont reçu des doses inférieures à 1 mSv, comme le montre la figure 14.

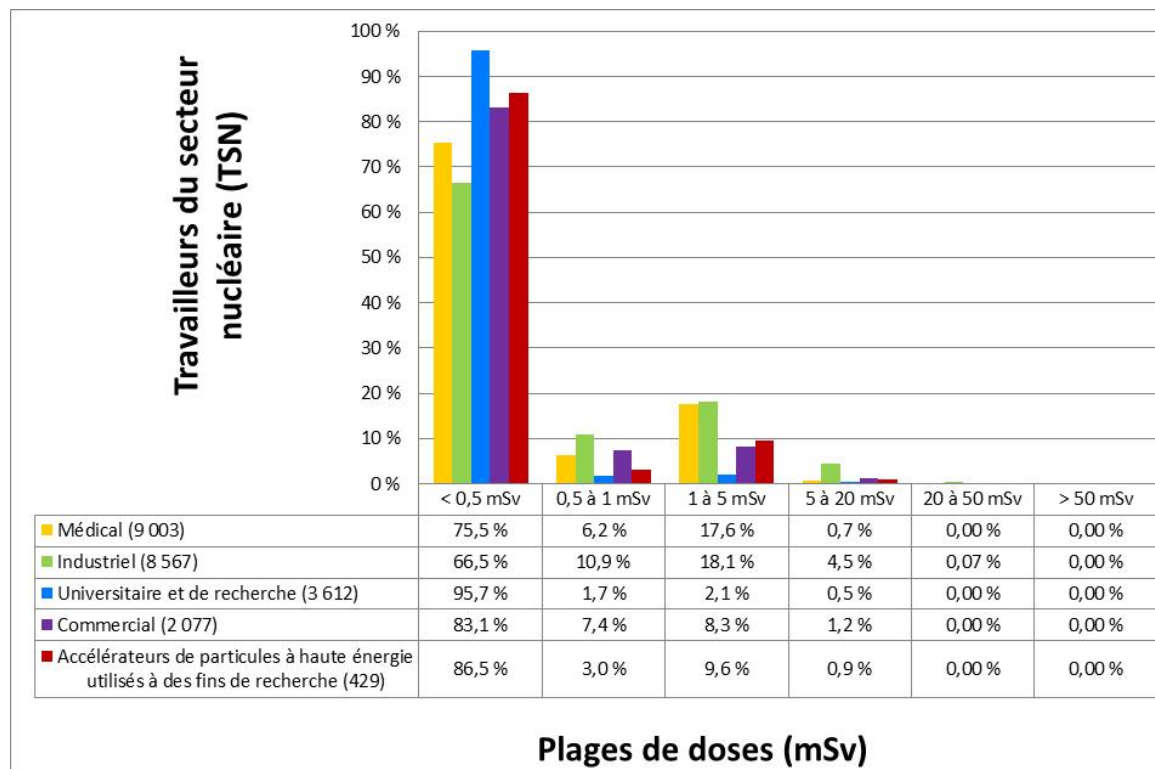
Figure 14 : Doses efficaces annuelles pour les travailleurs du secteur nucléaire de 2010 à 2014 tous secteurs confondus



Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

La figure 15 montre la répartition des doses aux travailleurs du secteur nucléaire dans les quatre secteurs couverts par ce rapport. La variation des doses reçues par les travailleurs des différents secteurs continue de refléter la nature des activités propres à chacun de ces secteurs.

**Figure 15 : Doses efficaces aux travailleurs du secteur nucléaire en 2014, comparaison entre les secteurs**



Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

En 2014, il y a eu deux cas distincts où des travailleurs ont dépassé les limites de dose réglementaires applicables.

**Travailleurs utilisant des jauges nucléaires fixes** – En mars 2014, des travailleurs exécutant des travaux sur un site minier exploité par l'entreprise Cliffs Québec Mine de Fer Limitée (Cliffs), situé à Fermont, au Québec, ont été exposés à des niveaux de rayonnement supérieurs à la limite de dose efficace annuelle de 1 mSv fixée pour les membres du public. Cliffs possède un permis de la CCSN l'autorisant à utiliser des jauges fixes pour le contrôle du processus de production minière. Les travailleurs se trouvaient dans une zone de l'installation de Cliffs où se trouvaient également deux jauges nucléaires. Les jauges auraient dû être verrouillées avec la source en position blindée pendant toute la durée des travaux. Toutefois, dans ce cas-ci, les deux jauges avaient été laissées en position ouverte ou non blindée. Les 24 travailleurs, qui n'étaient pas des travailleurs du secteur nucléaire, ont reçu des doses de rayonnement variant entre 0 mSv et 10,5 mSv. Les doses reçues par 10 de ces travailleurs dépassaient 1 mSv, soit la limite de dose efficace annuelle. Selon le classement de l'échelle INES présentée à la section 3.1, cet événement a été classé au niveau 2 (incident) puisqu'au moins un des travailleurs a reçu une dose supérieure à 10 mSv. Ces doses sont bien inférieures aux

limites réglementaires pour les travailleurs du secteur nucléaire et ne devraient pas entraîner d'effets néfastes sur la santé des personnes exposées.

Le personnel de la CCSN a présenté cet événement à la Commission lors de sa réunion publique du 21 août 2014 (consulter le [procès-verbal de la réunion des 20 et 21 août 2014](#)). Cliffs a pris des mesures correctives adéquates pour éviter que cet événement ne se reproduise. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes. L'enquête sur cet événement et l'examen effectué par la CCSN ont été clos lors de la réunion publique de la Commission.

***Travailleur œuvrant en médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique –***

Un travailleur employé par un hôpital universitaire portait un dosimètre qui indiquait une dose efficace trimestrielle de 1,5 mSv. Étant donné que le travailleur n'était pas un TSN, cette dose dépassait la limite de dose efficace annuelle de 1 mSv fixée pour la population en général. Le titulaire de permis a déterminé que les tâches courantes du travailleur n'étaient pas de nature à entraîner une dose aussi élevée, mais sans toutefois fournir de renseignements probants à cet effet.

Comme les renseignements fournis par le titulaire de permis ne permettaient pas de conclure avec certitude que la dose n'était pas de nature personnelle, aucune modification n'a été apportée au dossier dosimétrique du travailleur dans le [Fichier dosimétrique national](#).

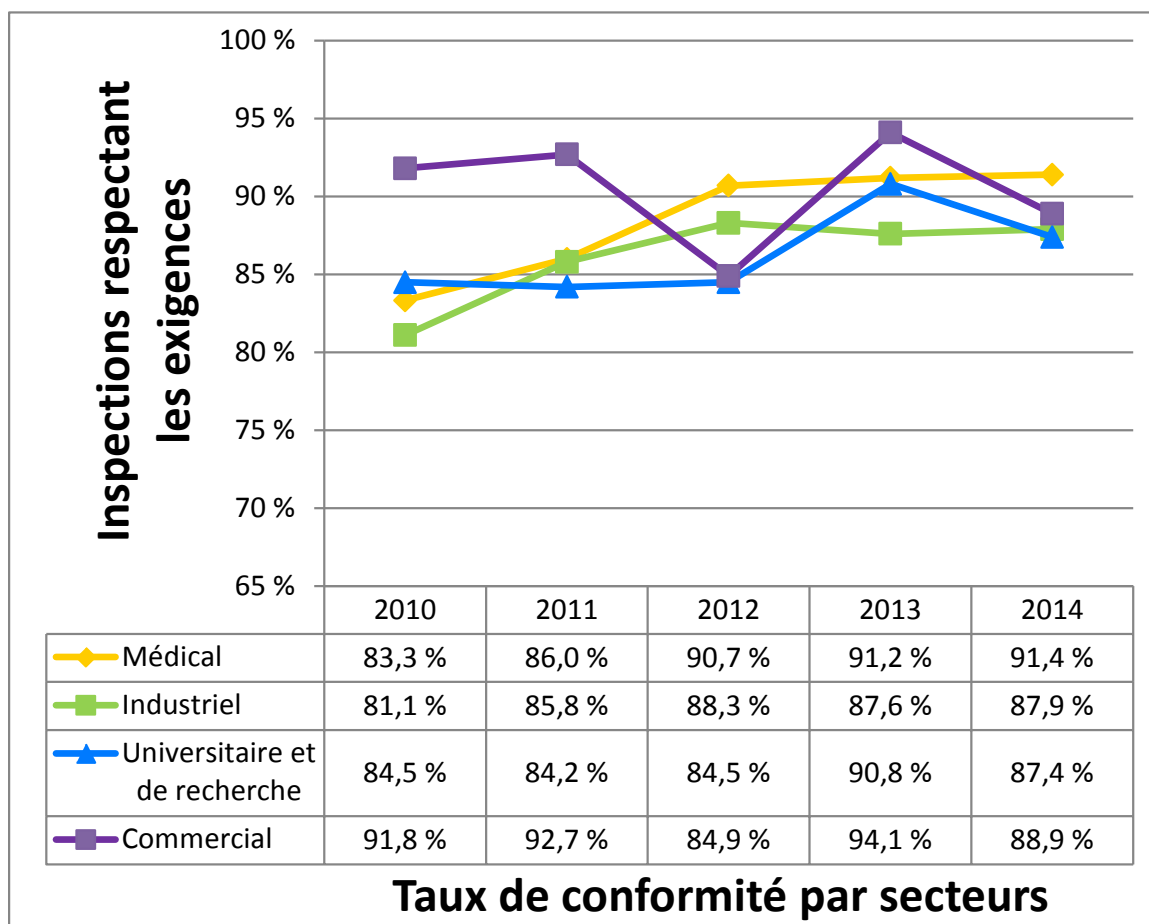
Les événements de cette nature ne sont pas signalés à la Commission dans le cadre d'une réunion publique en raison de l'incertitude dans la détermination de la dose et du fait que ces événements n'ont pas d'importance sur le plan de la sûreté.

Cet événement a été classé au niveau 0 (aucune importance pour la sûreté) selon l'échelle INES.

## **4.2.2 Conduite de l'exploitation**

En 2014, le personnel de la CCSN a réalisé des inspections pour vérifier la conformité des titulaires de permis aux exigences réglementaires visant le domaine de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation. Dans l'ensemble, tous les secteurs ont continué de démontrer un rendement positif dans ce domaine de sûreté et de réglementation, avec 88,4 % des titulaires de permis inspectés faisant preuve de conformité aux exigences réglementaires. Dans le domaine de la Conduite de l'exploitation, la majorité des cas de non-conformité comprenait le défaut de se conformer aux exigences réglementaires en matière d'obligations des travailleurs, de conservation des documents et d'épreuves d'étanchéité des sources scellées. Le personnel de la CCSN a assuré le suivi des cas de non-conformité pour veiller à ce qu'ils soient tous corrigés par les titulaires de permis à la satisfaction de la CCSN. Dans chaque cas, l'importance pour la sûreté des non-conformités individuelles a déterminé l'urgence et la nature des mesures correctives ou des mesures d'application à prendre. Comme le montre la figure 16, le taux de conformité dans la plupart des secteurs est demeuré presque constant en 2014 comparativement aux années précédentes, à l'exception du secteur commercial où l'on relève une diminution modérée du taux de conformité. On trouvera plus de détails sur la question à la section [8.2.2](#).

Figure 16 : Comparaison entre secteurs des résultats des inspections de la conduite de l'exploitation, de 2010 à 2014



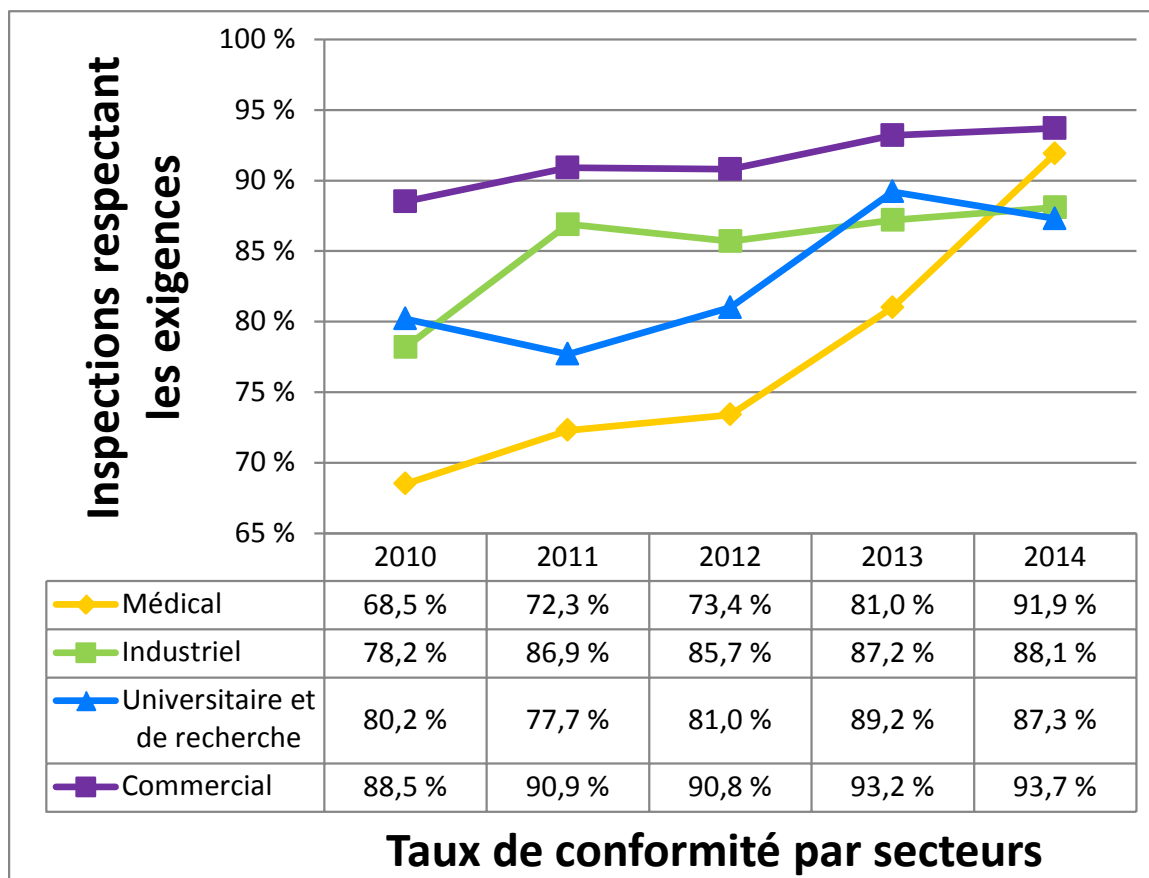
### 4.2.3 Radioprotection

En 2014, le personnel de la CCSN a réalisé des inspections pour vérifier la conformité des titulaires de permis aux exigences réglementaires visant le domaine de sûreté et de réglementation de la Radioprotection. Dans l'ensemble, tous les secteurs ont continué de démontrer un rendement positif dans ce domaine de sûreté et de réglementation, avec 89,1 % des titulaires de permis inspectés faisant preuve de conformité aux exigences réglementaires. La majorité des cas de non-conformité comprenait la mise en œuvre inadéquate de mesures visant à assurer que les doses sont maintenues conformément au principe ALARA, l'absence de radiamètres ou l'utilisation de radiamètres non étalonnés, ainsi que des récipients ou des appareils à rayonnement étiquetés incorrectement. Le personnel de la CCSN a assuré le suivi des cas de non-conformité pour veiller à ce qu'ils soient tous corrigés par les titulaires de permis à la satisfaction de la CCSN. Dans chaque cas, l'importance pour la sûreté des non-conformités individuelles a déterminé l'urgence et la nature des mesures correctives ou des mesures d'application à prendre.

Les taux de conformité pour tous les secteurs sont présentés à la figure 17. Le taux de conformité est demeuré constant en 2014 dans tous les secteurs à l'exception du secteur médical, où l'on note une amélioration importante. Cette amélioration des taux de

conformité dans les sous-secteurs de la médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique et de la radiothérapie s'explique par une meilleure compréhension des exigences réglementaires par les titulaires de permis en raison d'une surveillance réglementaire accrue sous la forme d'efforts de relations externes et de promotion de la conformité par le personnel de la CCSN.

Figure 17 : Comparaison entre secteurs des résultats des inspections de la radioprotection, de 2010 à 2014



#### 4.2.4 Sécurité

Le rapport annuel de surveillance réglementaire présente, pour la première fois, les résultats des inspections pour le domaine de sûreté et de réglementation de la Sécurité. Les rapports précédents ne faisaient pas état de ce domaine de sûreté et de réglementation. Le personnel de la CCSN a vérifié la conformité des titulaires de permis aux exigences réglementaire énoncées dans le [REGDOC-2.12.3, La sécurité des substances nucléaires : sources scellées](#). L'obligation de se conformer à ces exigences est entrée en vigueur le 31 mai 2015 pour les titulaires de permis ayant des sources scellées des catégories 1 et 2; elle entrera en vigueur à compter du 31 mai 2018 pour les titulaires de permis ayant des sources scellées des catégories 3, 4 ou 5. D'autres renseignements sur les [catégories de sources scellées](#) sont affichés sur le site Web de la CCSN.

Le tableau 3 résume la conformité des quatre secteurs d'activités aux exigences comprises dans ce domaine de sûreté et de réglementation. Dans l'ensemble, tous les secteurs ont obtenu une cote de conformité satisfaisante pour ce domaine de sûreté et de réglementation. Le personnel de la CCSN a assuré le suivi des cas de non-conformité pour veiller à ce qu'ils soient tous corrigés par les titulaires de permis à la satisfaction de la CCSN.

**Tableau 3 : Comparaison entre secteurs des résultats des inspections de la sécurité pour 2014**

Médical	Industriel	Universitaire et recherche	Commercial
96,3 %	94,0 %	97,6 %	96,7 %

Les cas de non-conformité dans ce domaine de sûreté et de réglementation ne sont pas présentés en détail dans le rapport en raison de leur caractère sensible.

#### 4.2.5 Mesures d'application

Pour régler les cas de non-conformité, le personnel de la CCSN dispose de tout un éventail de mesures d'application allant d'un avis de non-conformité à la révocation d'un permis, en passant par l'obligation de prendre une mesure corrective. La nature de la mesure d'application dépend de la gravité des répercussions réelles ou potentielles sur la sûreté, la santé et la sécurité des travailleurs et de la population canadienne, l'environnement et les obligations internationales, ainsi que des circonstances ayant mené à la non-conformité. Selon la gravité du problème, plus d'une mesure d'application peut s'avérer nécessaire pour corriger la non-conformité.

En 2014, la CCSN a pris des mesures d'application renforcées contre 19 titulaires de permis des secteurs médical, industriel, universitaire et recherche, et commercial. Dans 12 de ces cas, le personnel de la CCSN a délivré des ordres aux titulaires de permis les obligeant à prendre des mesures correctives immédiates. De ce nombre, 11 ordres ont été délivrés par des inspecteurs, tandis qu'un ordre a été délivré par un fonctionnaire désigné. Dans chaque cas, les titulaires de permis se sont immédiatement conformés à l'ordre qui les visait. Cependant, dans chaque cas, l'ordre est demeuré en vigueur jusqu'à ce que le titulaire de permis se soit conformé à toutes les conditions stipulées dans l'ordre. L'ordre est clos seulement lorsque le titulaire de permis a répondu aux conditions de l'ordre à la satisfaction de la CCSN. Tous les ordres délivrés en 2014 ont été clos. Le tableau 4 montre en détail les ordres délivrés aux titulaires de permis.

Les fonctionnaires désignés de la CCSN ont délivré des sanctions administratives pécuniaires<sup>2</sup> dans sept cas, et trois de ces sanctions administratives pécuniaires ont été révisées par la Commission à la suite d'une demande de révision présentée par la personne nommée dans la sanction administrative pécuniaire. Toutes les sanctions administratives pécuniaires imposées en 2014 ont été payées. Le tableau 5 fournit des

<sup>2</sup> Cinq des sept sanctions administratives pécuniaires ont été imposées à la suite d'ordres ou conjointement. Deux de ces sanctions administratives pécuniaires ont été imposées à des particuliers.

détails sur les sanctions administratives pécuniaires imposées aux titulaires de permis et aux particuliers.

**Tableau 4 : Ordres délivrés aux titulaires de permis en 2014**

Date de délivrance	Titulaire de permis	Emplacement	Mesures prises par le titulaire de permis	Date de clôture
20 février 2014	Breton N.D. Testing Incorporated (gammagraphie industrielle)	Reserve Mines, Nouvelle-Écosse	Relever un travailleur de ses fonctions en lien avec le fonctionnement d'un appareil d'exposition utilisé en gammagraphie industrielle jusqu'à ce que le travailleur ne pose plus de risque pour la santé et la sécurité des personnes.	15 août 2014
17 mars 2014	Anode NDT Ltd. <sup>3</sup> (gammagraphie industrielle)	Grande Prairie, Alberta	Interdire à un de ses travailleurs de superviser un stagiaire au poste d'opérateur d'appareil d'exposition jusqu'à ce que les mesures prises ou proposées par Anode NDT Ltd. prouvent, à la satisfaction de la CCSN, que les tâches de supervision d'un stagiaire en gammagraphie sont réalisées de manière sûre et en conformité avec le <i>Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement</i> , et que tous les éléments de non-conformité relevés dans le rapport d'inspection de la CCSN remis à l'entreprise sont adéquatement corrigés.	10 juin 2014
21 mars 2014	Cliffs Québec Mine de Fer Limitée (jauge fixe)	Fermont, Québec	Produire toute la documentation en lien avec un événement, cesser toutes les activités liées à l'entrée dans des espaces confinés où sont installées des jauges fixes, cesser toutes les activités de montage et de démontage des jauges nucléaires et cesser toutes les activités d'entretien impliquant de tels appareils. Voir la section 4.2.6 pour obtenir plus de détails sur l'événement.	20 janvier 2015
1 <sup>er</sup> mai 2014	Centre des sciences de la santé Sunnybrook et Institut de recherche Sunnybrook (utilisations globales de substances nucléaires)	Toronto, Ontario	Prendre de nombreuses mesures correctives à la satisfaction de la CCSN, y compris dresser un inventaire complet de l'ensemble des substances nucléaires et de l'équipement réglementé en leur possession, élaborer des procédures et un plan de formation pour accroître la surveillance des pratiques de travail par la direction et transférer les substances nucléaires et l'équipement réglementé excédentaires à des destinataires autorisés.	10 juillet 2014

<sup>3</sup> La CCSN a offert à Anode NDT Ltd. la possibilité d'être entendu au sujet de l'ordre délivré.

Date de délivrance	Titulaire de permis	Emplacement	Mesures prises par le titulaire de permis	Date de clôture
29 mai 2014	AR Geotechnical Engineering Ltd. (jauge portative)	Medicine Hat, Alberta	Cesser l'utilisation de jauges portatives à son emplacement de Medicine Hat jusqu'à ce que des mesures correctives soient mises en œuvre de manière satisfaisante pour corriger tous les éléments de non-conformité identifiés dans le rapport d'inspection de la CCSN.	30 juin 2014
5 juin 2014	Paladin Inspection Services Ltd. (gammagraphie industrielle)	Fort St. John, Colombie-Britannique	Relever un de ses travailleurs de ses fonctions liées à l'utilisation de substances nucléaires (y compris la supervision des stagiaires au poste d'opérateur d'appareil d'exposition) jusqu'à ce que le travailleur ne pose plus de risque pour la santé et la sécurité des personnes.	16 juillet 2014
6 juin 2014	Pump House Brewery Ltd. (jauge fixe)	Moncton, Nouveau-Brunswick	Entreposer la jauge fixe dans un endroit sûr, en prévenir l'accès non autorisé et cesser toute installation et désinstallation de jauges fixes jusqu'à ce que toutes les exigences relatives à la sûreté soient respectées de manière satisfaisante.	24 juin 2014
22 juillet 2014	Mistras Canada Inc. (gammagraphie industrielle)	Olds, Alberta	Relever un de ses travailleurs de ses fonctions liées à l'utilisation de substances nucléaires (y compris la supervision des stagiaires au poste d'opérateur d'appareil d'exposition) jusqu'à ce que le travailleur ne pose plus de risque pour la santé et la sécurité des personnes.	12 septembre 2014
29 juillet 2014	Parkland Geotechnical Consulting (jauge portative)	Medicine Hat, Alberta	Cesser d'utiliser des jauges portatives à son emplacement de Medicine Hat jusqu'à ce que des mesures aient été prises de manière satisfaisante pour corriger tous les éléments de non-conformité identifiés dans le rapport d'inspection de la CCSN.	14 août 2014
11 septembre 2014	Marsh Instrumentation Ltd. (entretien)	Burlington, Ontario	Entreposer l'appareil à rayonnement dans un endroit sûr, en prévenir l'accès non autorisé, organiser le transfert de l'appareil à une personne autorisée par la CCSN à posséder un tel appareil et fournir à la CCSN la preuve documentaire attestant de ce transfert.	29 septembre 2014



Date de délivrance	Titulaire de permis	Emplacement	Mesures prises par le titulaire de permis	Date de clôture
10 octobre 2014	Fort McMurray Inspection and Testing Inc. (jauge portative)	Fort McMurray, Alberta	Entreposer toutes ses jauges portatives dans un endroit sûr à son installation de Fort McMurray jusqu'à ce qu'un programme de radioprotection efficace soit mis en œuvre et que tous les cas de non-conformité relevés pendant l'inspection aient été réglés de manière satisfaisante.	17 octobre 2014
16 décembre 2014	Nine Energy Canada Inc. (diagraphie des puits de pétrole)	Calgary, Alberta	Entreposer toutes ses substances nucléaires dans un endroit sûr jusqu'à que l'entreprise ait entièrement mis en œuvre son programme de radioprotection et corrigé tous les éléments de non-conformité relevés pendant l'inspection.	15 janvier 2015

**Tableau 5 : Sanctions administratives pécuniaires imposées en 2014**

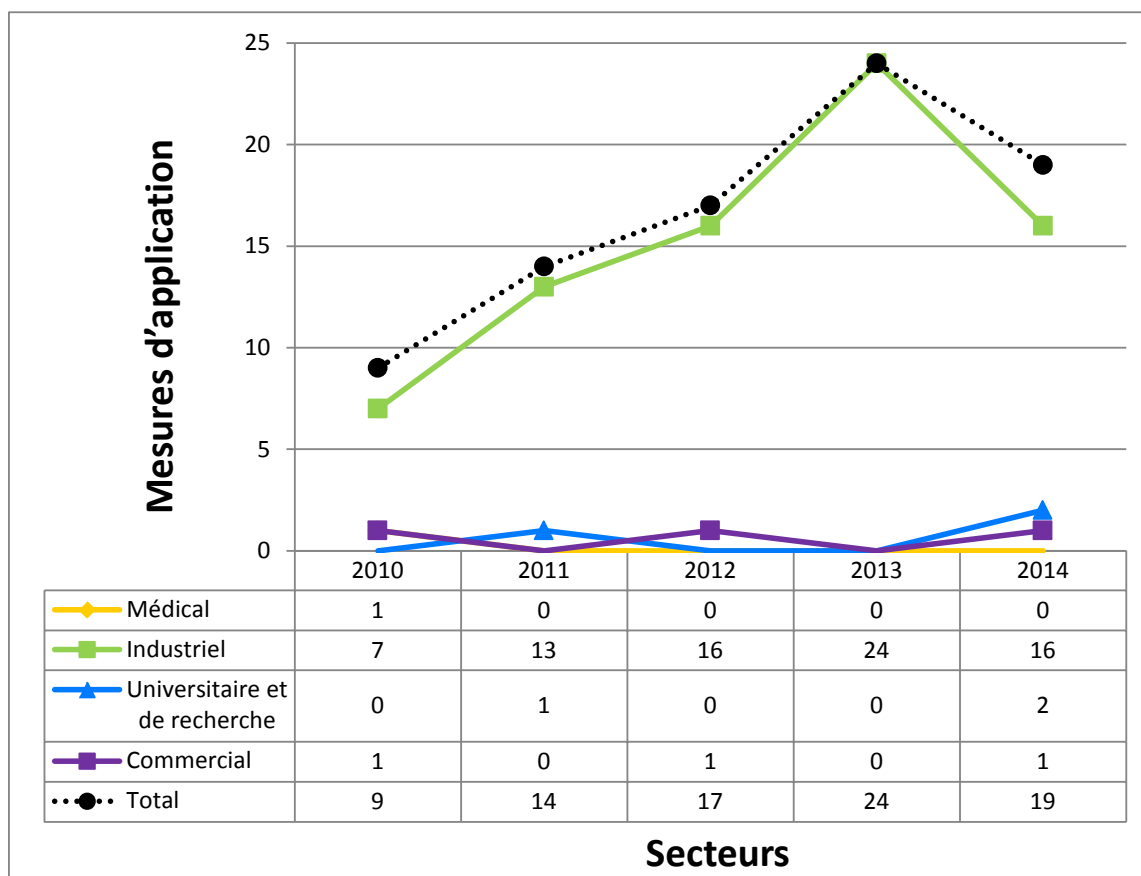
Date de délivrance	Titulaire de permis ou particulier	Emplacement	Raison de la sanction administrative pécuniaire	Date de clôture
20 janvier 2014	Frédéric Dulude, employé de Labo S.M. Inc. (jauge portative)	Lac-Mégantic, Québec	Omission d'un travailleur d'utiliser correctement l'équipement, les appareils, les installations et les vêtements.	9 avril 2014
8 avril 2014	Anode NDT Ltd.* (gammagraphie industrielle)	Grande Prairie, Alberta	Nomination irrégulière d'un opérateur d'appareil d'exposition pour surveiller un stagiaire.	10 juin 2014
2 avril 2014	Breton N.D. Testing Incorporated* (gammagraphie industrielle)	Reserve Mines, Nouvelle-Écosse	Omission de maintenir l'exposition au rayonnement au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre grâce à la mise en œuvre des méthodes de travail par la direction.	29 octobre 2014
2 avril 2014	Corey Wells, employé de Breton N.D. Testing Incorporated (gammagraphie industrielle)	Reserve Mines, Nouvelle-Écosse	Omission d'un travailleur d'utiliser correctement l'équipement, les appareils, les installations et les vêtements.	11 novembre 2014

Date de délivrance	Titulaire de permis ou particulier	Emplacement	Raison de la sanction administrative pécuniaire	Date de clôture
16 mai 2014	Centre des sciences de la santé Sunnybrook et Institut de recherche Sunnybrook  (utilisations globales de substances nucléaires)	Toronto, Ontario	Omission de prendre toutes les précautions raisonnables pour protéger l'environnement, préserver la santé et la sécurité des personnes et maintenir la sécurité des substances nucléaires.	10 juillet 2014
29 août 2014	Administration canadienne de la sécurité du transport aérien*  (détecteur à capture d'électrons)	Ottawa, Ontario	Mener une activité réglementée sans licence ou permis ou contrairement aux termes d'une licence ou d'un permis.	11 février 2015
29 octobre 2014	Westcoast Energy Inc.  (jauge fixe)	Calgary, Alberta	Mener une activité réglementée sans licence ou permis ou contrairement aux termes d'une licence ou d'un permis.	4 novembre 2014

\*Nota : La CCSN a révisé la sanction administrative pécuniaire à la suite d'une demande de révision présentée par la personne nommée dans la sanction administrative pécuniaire.

Comme le montre la figure 18, la majorité de ces mesures d'application visait des titulaires de permis du secteur industriel, ce qui correspond à la tendance observée les années précédentes. On trouvera plus de renseignements sur ces mesures d'application et une analyse des améliorations du taux de conformité observées dans le secteur industriel à la section 6.2.4.

Figure 18 : Comparaison entre secteurs des mesures d'application prises par la CCSN, de 2010 à 2014



On trouvera plus d'information sur les [mesures réglementaires](#), y compris les mesures d'application plus sévères prises par la CCSN, sur le site Web de la CCSN.

#### 4.2.6 Événements signalés

Au Canada, les substances nucléaires sont utilisées dans divers environnements et contextes par plus de 60 000 travailleurs chaque jour. Les titulaires de permis doivent avoir en place un programme pour la gestion des événements imprévus et des accidents. Certains types d'événements doivent être obligatoirement signalés à la CCSN. Les situations nécessitant un rapport obligatoire ainsi que le contenu de ces rapports sont stipulés dans les règlements de la CCSN.

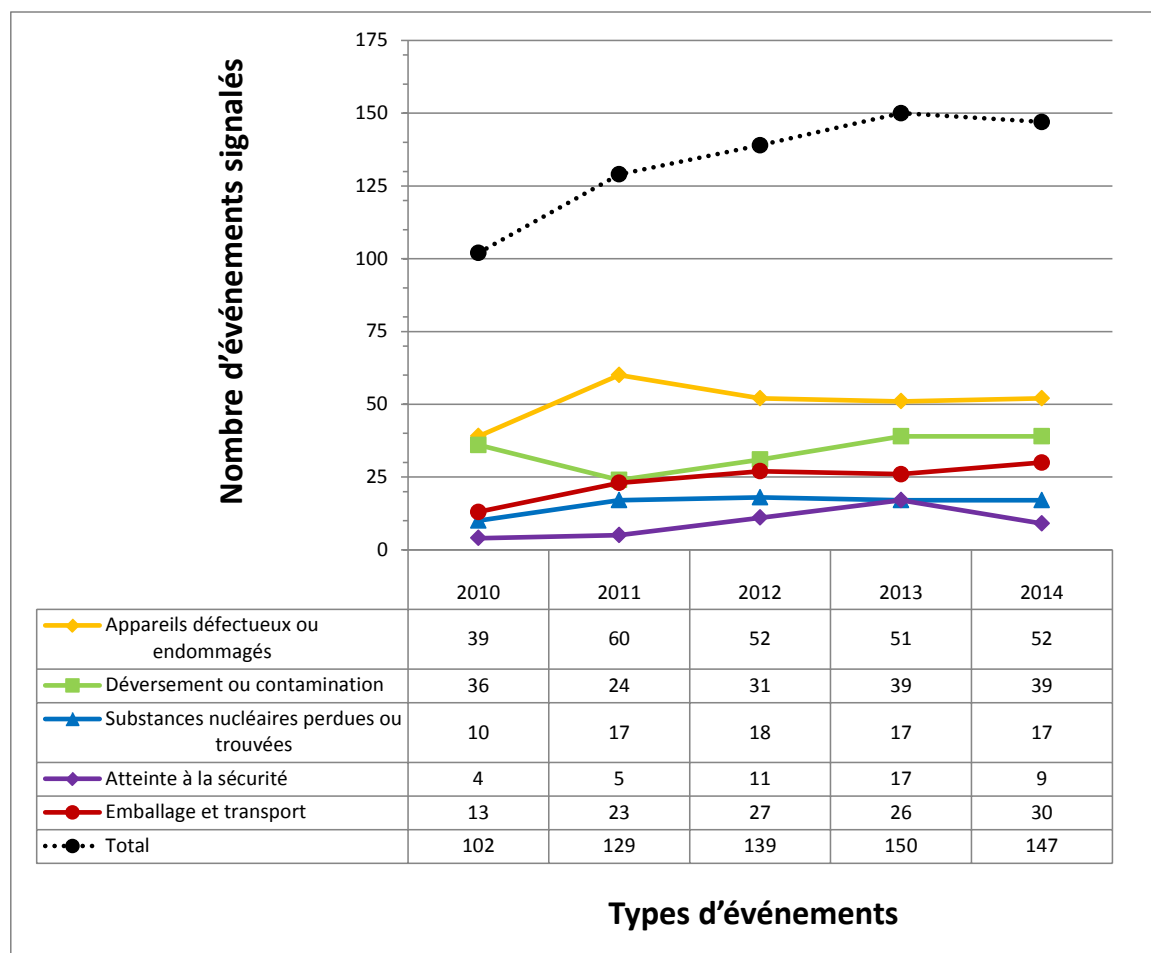
Comme le montre la figure 19, 147 événements en lien avec des substances nucléaires ont été signalés à la CCSN par des titulaires de permis dans les quatre secteurs d'activités nucléaires couverts par ce rapport. Tel que discuté à la section 3.1, l'échelle INES est utilisée depuis un certain temps déjà pour classer les événements dans les secteurs couverts par ce rapport. Des 147 événements, 141 ont été classés au niveau 0 (aucune importance pour la sûreté) sur l'échelle INES. Cinq événements ont été classés au niveau 1 (anomalie), en raison de la quantité de substances nucléaires en cause et du type d'événement signalé (perte de substances nucléaires). [D'autres renseignements sur l'échelle INES](#) se trouvent sur le site Web de l'AIEA.

L'événement restant, classé au niveau 2 (incident), concerne l'événement survenu à une installation utilisant des jauges fixes et impliquait un groupe de travailleurs (qui n'étaient pas des travailleurs du secteur nucléaire) ayant reçu des doses de rayonnement supérieures à la limite de dose du public de 1 mSv. Cet événement est décrit en détail à la section 4.2.1.

Les détails des événements signalés par les titulaires de permis sont présentés de façon générale; ceux concernant les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche sont présentés de façon détaillée (voir la section 9.2.4).

Pour tous les événements signalés, les titulaires de permis ont mis en œuvre des mesures correctives appropriées afin d'atténuer les impacts de ces événements et de limiter l'exposition des travailleurs et du public aux rayonnements. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes.

Figure 19 : Événements signalés, de 2010 à 2014, tous secteurs confondus



### Appareils défectueux ou endommagés

On compte 52 événements qui étaient liés à des appareils ou à des systèmes défectueux ou endommagés. Deux de ces événements concernaient des systèmes défectueux dans des installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche

(voir leur description à la section 9.2.4). Les 50 événements restants se divisent en deux catégories : appareils endommagés et appareils défectueux. De ces événements, 38 concernaient des appareils endommagés, dont :

- 24 événements ayant trait à des jauges nucléaires portatives heurtées ou écrasées par des véhicules sur des chantiers de construction
- 7 événements liés à des jauges nucléaires fixes endommagées, et dans la plupart des cas, c'était le levier de l'obturateur qui était endommagé
- 7 événements concernant des appareils d'exposition endommagés à la suite d'une chute ou d'un choc

Aucun de ces événements n'a entraîné de fuite ou occasionné des dommages à la source.

Les 12 événements restants concernaient des appareils défectueux :

- 8 événements concernaient des jauges fixes défectueuses dont le mécanisme d'obturation ne s'est pas refermé correctement
- 2 événements avaient trait à une défektivité empêchant la source scellée de se rétracter en position blindée dans l'appareil d'exposition
- 1 événement concernait une jauge portative défectueuse
- 1 événement avait trait à un instrument défectueux utilisé pour étalonner un détecteur de rayonnement

Tous les appareils défectueux ont été mis hors service conformément aux dispositions réglementaires. Aucun de ces événements n'a entraîné de radioexposition du public au-delà de la limite de dose réglementaire annuelle de 1 mSv. Tous ces événements sont maintenant clos.

### **Déversement ou contamination**

On compte 39 événements qui étaient liés à un déversement ou à un cas de contamination du personnel. De ce nombre :

- 36 événements concernaient une contamination à la suite d'une manipulation inadéquate de substances nucléaires non scellées
- 3 événements avaient trait à un déversement au cours de la production de fluor 18

Ces événements incluent seulement les déversements ou la contamination à l'extérieur des hottes, des cellules chaudes ou d'autres dispositifs réguliers de confinement. Dans chacun des cas, la période radioactive des substances nucléaires en cause variait de quelques heures à quelques jours. Dans tous les cas, les travailleurs ont reçu des doses bien inférieures à la limite réglementaire annuelle de 1 mSv fixée pour la population en général. Tous ces événements sont maintenant clos.

### **Substances nucléaires perdues ou trouvées**

On compte 17 événements qui étaient liés à des substances nucléaires perdues ou trouvées en 2014, dont 14 signalant la perte ou le vol de ces substances. Dans sept cas, les sources scellées ou appareils à rayonnement ont été récupérés. Au moment de la

rédaction du rapport, sept événements étaient encore ouverts, car les sources ou appareils à rayonnement n'avaient toujours pas été retrouvés. Les trois événements qui restent concernaient la découverte d'appareils à rayonnement ou de sources scellées.

Ces événements sont signalés dans le [Rapport sur la perte ou le vol de sources scellées et d'appareils à rayonnement](#) qui est mis à jour régulièrement.

Le personnel de la CCSN a présenté les événements suivants à la Commission lors de réunions publiques :

- Au cours de mars et d'avril 2014, le Centre des sciences de la santé Sunnybrook et l'Institut de recherche Sunnybrook ont signalé deux événements impliquant la perte d'une source scellée à risque modéré (catégorie 3) et de 26 sources scellées à faible risque (catégories 4 et 5). La plupart des sources scellées visées par ces deux événements posent un risque négligeable pour la santé et la sécurité des travailleurs et du public. À ce jour, seule la source de catégorie 3 et une source de catégorie 5 ont été récupérées. Les autres 25 sources à faible risque n'ont toujours pas été retrouvées. Sunnybrook a mis en œuvre des mesures correctives pour éviter que ce type d'événement ne se reproduise. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes. Le personnel de la CCSN a présenté cet événement lors de la réunion publique de la Commission tenue le 21 août 2014 (consulter le [procès-verbal de la réunion des 20 et 21 août 2014](#)), auquel moment le dossier a été clos. Sunnybrook est situé à Toronto, en Ontario, et possède des permis de la CCSN pour des applications médicales et de recherche.
- En avril 2014, les Services de santé de l'Alberta ont signalé un événement impliquant deux sources scellées de curiethérapie à faible risque (catégorie 4) retirées du service et contenant du césium 137. Ces sources ont été découvertes dans un atelier du Cross Cancer Institute des Services de santé de l'Alberta situé à Edmonton, en Alberta. Les Services de santé de l'Alberta ont entreposé les sources dans un endroit sûr afin qu'elles ne posent aucun risque pour les travailleurs, le public ou l'environnement. Cet événement a été classé au niveau 1 (anomalie) sur l'échelle INES. Les Services de santé de l'Alberta ont mis en œuvre des mesures correctives appropriées pour éviter que cet événement ne se reproduise. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes. Le personnel de la CCSN a présenté cet événement lors de la réunion publique de la Commission tenue le 21 août 2014 (consulter le [procès-verbal de la réunion des 20 et 21 août 2014](#)), auquel moment le dossier a été clos. Les Services de santé de l'Alberta possèdent divers permis en lien avec la possession, l'utilisation, le stockage, le transfert, l'importation et l'exportation de substances nucléaires et d'équipement réglementé.
- En novembre 2014, le laboratoire de la CCSN a signalé un événement impliquant la perte et la récupération subséquente d'une source de césium 137 à faible risque (catégorie 4) utilisée lors d'une séance de formation. Lors de la découverte de la source perdue, le laboratoire de la CCSN a pris des mesures immédiates pour atténuer les impacts de l'événement et limiter la radioexposition des travailleurs et du public. L'événement, classé au niveau 1 (anomalie) sur l'échelle INES,

présentait un faible risque pour les travailleurs, le public et l'environnement. Le personnel de la CCSN a présenté un exposé oral sur cet événement lors de la réunion publique de la Commission tenue le 5 novembre 2014 (consulter le [procès-verbal de la réunion du 5 novembre 2014](#)) et a présenté un compte rendu détaillé lors de la réunion publique de la Commission du 17 juin 2015 (consulter le [procès-verbal de la réunion du 17 juin 2015](#)). Le laboratoire de la CCSN détient un permis de possession et d'utilisation de substances nucléaires à des fins de formation. Les renseignements complets sur les activités autorisées réalisées au laboratoire de la CCSN sont présentés à la section 3.2.3.

Les événements suivants n'ont pas été présentés par le personnel de la CCSN à la Commission dans le cadre de réunions publiques :

- Quatre événements impliquant des jauges portatives qui contenaient des sources scellées à faible risque (catégorie 4). Trois jauges ont été volées alors qu'elles se trouvaient dans des véhicules et la quatrième a été perdue pendant le transport. Une des trois jauges volées ainsi que la jauge portative perdue pendant le transport ont été retrouvées. La perte et le vol de ces appareils à rayonnement ont été classés au niveau 1 (anomalie) sur l'échelle INES. Les événements concernant les jauges portatives qui n'ont pas été retrouvés demeurent ouverts et le personnel de la CCSN en assure le suivi.
- Deux événements impliquaient la perte de sources scellées ou d'appareils à très faible risque (catégorie 5) à la suite d'une vérification de l'inventaire par le titulaire de permis. Dans les deux cas, l'activité de la source était suffisamment faible qu'un permis de possession n'était plus nécessaire et dans les deux cas, le titulaire de permis a retrouvé la source ou l'appareil manquant. Ces événements sont clos.
- Un événement concernait un appareil d'exposition utilisé en gammagraphie industrielle qui contenait une source scellée à risque élevé (catégorie 2) volée avec le véhicule dans lequel se trouvait la source. Le titulaire de permis a récupéré l'appareil et le véhicule le jour suivant. Cet événement est clos.
- Un événement concernait la perte d'une source d'europium 152 à très faible risque (catégorie 5) servant à l'étalonnage d'instruments. Après enquête, le titulaire de permis concerné a conclu que la source scellée était vraisemblablement tombée sur le sol et que le personnel d'entretien l'aurait jetée aux déchets par inadvertance. Cette source ne posait aucun risque pour les travailleurs, le public ou l'environnement. Cet événement est clos.
- Un événement concernait un vol de deux colis contenant au total environ 40 gigabecquerels (GBq) de technétium 99m (un radio-isotope servant au diagnostic par imagerie médicale). Les colis ont été volés dans le véhicule de livraison. Ces colis présentent un risque très faible pour le public et l'environnement, puisque le technétium 99m a une très courte période radioactive de six heures et se désintègre en trois jours au niveau du rayonnement naturel. Cet événement est clos et a été classé au niveau 1 (anomalie) sur l'échelle INES.



- Un événement était lié à trois sources à très faible risque (catégorie 5) de césium 137 servant à l'étalonnage qui ont été découvertes dans un endroit non autorisé. Les inspecteurs de la CCSN ont recueilli ces sources et les ont éliminées de manière sûre dans une installation autorisée par la CCSN. Cet événement est clos.
- Un événement concernait un véhicule chargé de ferraille qui a déclenché l'alarme au portique d'une installation de recyclage des métaux. La source du rayonnement provenait d'un détecteur de point de rosée contenant une source scellée à très faible risque (catégorie 5). Cet appareil à rayonnement a été récupéré par le propriétaire et a ensuite été transféré à un titulaire de permis autorisé à posséder un tel appareil. Cet événement est clos.
- Un événement concernait un dispositif de scintillation liquide qui contenait une source à très faible risque (catégorie 5) de césium 137, dont le titulaire de permis a signalé la perte à la suite d'un transfert non autorisé en vue de son évacuation. Cette source scellée ne posait qu'un risque négligeable pour la santé et la sécurité des travailleurs et du public et pour l'environnement. Cet événement est clos.
- Un événement concernait un spectromètre de fluorescence X, contenant une source scellée à très faible risque (catégorie 5), dont le titulaire de permis a signalé le vol au cours de son transport dans un véhicule. Cet événement demeure ouvert et le personnel de la CCSN en assure le suivi.

Les sources retirées du service et orphelines suscitent de plus en plus de préoccupations pour tous les organismes de réglementation. L'AIEA, dans son [Glossaire de sûreté](#), définit une « source retirée du service » comme une source « qui n'est plus utilisée et n'est plus destinée à l'être dans le cadre de la pratique pour laquelle une autorisation a été octroyée ». Une source usée est une source qui n'est plus à même de remplir la fonction à laquelle elle est destinée en raison de la décroissance radioactive, mais qui représente tout de même un danger radiologique.

Avec le temps, les titulaires de permis accumulent des stocks de sources retirées du service. Le maintien d'un contrôle suffisant sur ces stocks peut devenir un problème récurrent si une surveillance appropriée n'est pas exercée. Les secteurs couverts dans ce rapport sont de plus en plus conscients des problèmes posés par cette situation à la suite des trois événements ci-dessus que le personnel de la CCSN a signalé à la Commission lors de ses réunions publiques d'août et de novembre 2014.

La CCSN a recours à la fois à des vérifications détaillées de l'inventaire des titulaires de permis par les inspecteurs de la CCSN et à des activités de relations externes réalisées par le personnel de la CCSN afin de communiquer aux titulaires de permis l'importance d'adopter un programme rigoureux de contrôle des stocks. Les titulaires de permis sont vivement encouragés à procéder à l'évacuation sécuritaire des sources qu'ils n'utilisent plus.

Par contraste, une source orpheline est une source radioactive qui n'est pas sous contrôle réglementaire, soit parce qu'elle n'a jamais été sous contrôle réglementaire, soit parce qu'elle a été abandonnée, perdue, égarée, volée ou transférée sans autorisation adéquate. Les sources orphelines se trouvent habituellement dans le domaine public, à l'extérieur

d'une installation réglementée par la CCSN. Elles n'ont aucun propriétaire autorisé responsable ou elles appartiennent à une personne ne pouvant être tenue responsable de son entreposage ou de son évacuation en toute sécurité. Ces sources présentent à la fois un risque pour la sécurité et pour la sûreté. Lorsque de tels événements sont signalés à la CCSN et qu'on ne parvient pas, malgré toutes les tentatives, à identifier le propriétaire légitime, la CCSN peut prendre le contrôle de la source orpheline. En 2014, la CCSN a pris possession de cinq sources orphelines à faible risque et a pris les mesures nécessaires pour assurer l'évacuation des sources dans une installation autorisée.

En 2015, la CCSN a établi une nouvelle exigence visant les titulaires de permis des quatre secteurs couverts par ce rapport afin qu'ils fournissent une [garantie financière](#) comme engagement tangible confirmant que des ressources suffisantes seront disponibles pour cesser en toute sécurité les activités autorisées. Une garantie financière ne libère pas le titulaire de permis de son obligation de se conformer aux exigences réglementaires relatives à la cessation des activités autorisées, mais assure que la CCSN a accès à des fonds lorsque le titulaire de permis est incapable de cesser ses activités en toute sécurité. Alors que les garanties financières sont bien établies pour les titulaires de permis d'installation nucléaire de catégorie I, elles sont mises en œuvre pour la première fois chez les titulaires de permis des secteurs associés aux substances nucléaires. De plus, afin de s'assurer que les titulaires de permis ne maintiennent pas de stocks inutilement larges de substances nucléaires (le montant de la garantie financière est proportionnel au nombre de sources de substances nucléaires), le programme prévoit également une source de financement pour la CCSN dans le cas où la CCSN aurait à intervenir pour prendre le contrôle de sources orphelines.

### **Atteinte à la sécurité**

En 2014, neuf événements en lien avec des atteintes à la sécurité ont été signalés à la CCSN. Certaines des atteintes à la sécurité sont en fait des violations de barrières d'accès : le plus souvent, des personnes pénètrent dans une zone de travail à accès restreint établie par un titulaire de permis où il était prévu d'utiliser un appareil d'exposition. Ce type d'événement présente un risque d'exposition pour les personnes qui entrent dans la zone pendant l'exécution de travaux. Même si ces événements sont classés comme des atteintes à la sécurité, toutes les violations des barrières d'accès résultaient du non-respect des procédures d'établissement ou de contrôle des barrières par les travailleurs du titulaire de permis.

Voici les neuf événements signalés en 2014 :

- Quatre événements concernaient des violations de barrières d'accès attribuables à l'entrée d'une personne dans une zone de travail à accès restreint où il était prévu d'utiliser un appareil d'exposition. Dans tous les cas, la personne a reçu une dose bien inférieure à la limite de dose réglementaire de 1 mSv fixée pour la population en général. Ces événements sont clos.
- Trois événements étaient liés à des introductions par effraction dans une installation de stockage ou une clinique détenant des substances nucléaires ou des appareils à rayonnement. Lors de ces événements, les individus n'ont pu voler ni avoir accès aux substances nucléaires et aux appareils à rayonnement. Ces événements sont clos.

- Un événement concernait un boîtier de verrouillage dans une unité de curiethérapie dont l'ouverture avait été forcée. Selon la conclusion de l'enquête menée par le titulaire de permis, le boîtier aurait été forcé par un physicien autorisé à travailler dans l'unité qui avait oublié le code d'accès. Le titulaire de permis a pris des mesures correctives appropriées. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes. Cet événement est clos.
- Un événement concernait une installation d'accélérateur de particules à haute énergie utilisé à des fins de recherche (voir la description détaillée à la section 9.2.4).

### **Emballage et transport**

Chaque année, environ un million de colis contenant des substances nucléaires sont transportés de manière sécuritaire au Canada. En 2014, 30 événements liés à l'emballage et au transport ont été signalés à la CCSN.

L'événement suivant a été présenté par le personnel de la CCSN lors d'une réunion publique de la Commission :

- Sur une période de trois jours en août 2014, des colis présentant une contamination externe ont été livrés par Isologic Innovative Pharmaceuticals Ltd. (Isologic) à divers hôpitaux de la région de Montréal, au Québec. La contamination externe sur les colis dépassait les limites réglementaires. Le personnel de la CCSN a présenté cet événement lors de la réunion publique de la Commission tenue le 5 novembre 2014 (consulter le [procès-verbal de la réunion du 5 novembre 2014](#)). Isologic a mis en œuvre des mesures correctives appropriées pour éviter que cet événement ne se reproduise. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes. Il a présenté un compte rendu sur cet événement lors de la réunion publique de la Commission du 18 décembre 2014 (consulter le [procès-verbal de la réunion du 18 décembre 2014](#)), auquel moment le dossier a été clos.

Après cet événement impliquant des colis contaminés livrés par Isologic, le personnel de la CCSN a publié un avis de sécurité à tous les titulaires de permis qui reçoivent des colis de substances nucléaires non scellées afin de souligner la nécessité de vérifier si les colis entrants sont contaminés, conformément aux pratiques exemplaires. En 2015, la CCSN accordera une plus grande attention aux titulaires de permis qui traitent et distribuent des substances nucléaires non scellées, par des inspections mettant l'accent sur la préparation, la manutention et la réception des colis qui contiennent des substances nucléaires non scellées.

Voici un résumé d'autres événements sans importance pour la sûreté que le personnel de la CCSN n'a pas présenté dans le cadre de réunions publiques de la Commission. Ces événements sont tous clos :

- Douze événements étaient des accidents mineurs impliquant des véhicules transportant des colis. Aucun dommage à ces colis n'a été signalé après les accidents.
- Huit événements concernaient des dommages externes aux colis. Les enquêtes menées ont permis de conclure qu'il n'y avait eu aucune contamination externe, ni rupture des contenants internes.
- Six événements étaient liés à un retard dans la livraison des colis.
- Trois événements concernaient une contamination interne d'un colis constatée après l'ouverture du colis. Dans tous les cas, la contamination était contenue dans le colis. Il n'y a eu aucune propagation de la contamination.

#### **En résumé**

Pour tous les événements signalés, les titulaires de permis ont mis en œuvre des mesures appropriées pour atténuer les conséquences des événements et limiter l'exposition des travailleurs et du public aux rayonnements. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures, ainsi que les mesures correctives prises pour éviter la récurrence de ces événements, et les a jugées satisfaisantes.

### **4.3 Engagement des parties intéressées**

Le personnel de la CCSN estime qu'une sensibilisation accrue et une meilleure compréhension des exigences réglementaires chez les titulaires de permis et autres personnes réglementées par la CCSN permettent d'accroître la sécurité en milieu de travail. Une amélioration des taux de conformité reflète une meilleure sécurité dans les sous-secteurs ayant fait l'objet d'activités de relations externes ciblées de la part du personnel de la CCSN.

En 2014, la CCSN a continué de multiplier les occasions d'interaction entre les titulaires de permis et l'organisme de réglementation, en dehors des activités d'inspection et d'autorisation. C'est au moyen d'activités menées dans le cadre de son programme de relations externes, sous la forme de séances d'information présentées partout au Canada, que la CCSN continue de favoriser l'engagement des parties intéressées.

#### **4.3.1 Activités de relations externes**

La mobilisation des parties intéressées sous forme de relations externes fait partie intégrante des objectifs de la CCSN. Depuis 2009, l'organisme gère un programme de relations externes destiné à ses titulaires de permis qui utilisent des substances nucléaires. Les présentations du personnel de la CCSN et les discussions qui s'inscrivent dans le cadre de ce programme visent à informer les titulaires de permis et autres personnes réglementées par la CCSN des modifications réglementaires récentes et à venir, ainsi qu'à fournir des renseignements sur les attentes de la CCSN relativement aux exigences en matière d'autorisation et de conformité.

En 2014, le programme de relations externes destiné aux titulaires de permis qui utilisent des substances nucléaires a couvert 23 villes au Canada. Les sujets abordés comprenaient ce qui suit :

- les exigences réglementaires existantes, notamment celles concernant la présentation de rapports et le transport des substances nucléaires
- les nouvelles exigences réglementaires, comme le document [REGDOC-2.12.3, La sécurité des substances nucléaires : sources scellées](#) ainsi que le [programme de garanties financières](#) proposé
- les modifications apportées au programme de vérification de la conformité et les résultats des inspections de l'année précédente
- des renseignements sur les modifications qui seront apportées au *Règlement sur la radioprotection* et au [Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires](#)

En 2014, la CCSN a également offert un atelier spécial sur la réglementation, à la demande du sous-secteur de la médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique, dans la région de Montréal, au Québec.

#### **4.3.2 Groupe de travail sur la gammagraphie industrielle**

En 2009, la CCSN mettait sur pied le Groupe de travail sur la gammagraphie industrielle composé de représentants de la CCSN et du milieu de la gammagraphie industrielle. Cette initiative avait pour objectif de favoriser les communications entre la CCSN et le milieu de la gammagraphie industrielle, de discuter des pratiques exemplaires et du rendement en matière de sûreté et de rester au fait des derniers développements dans le domaine, tant du point de vue technique que réglementaire.

Le Groupe de travail sur la gammagraphie industrielle a tenu deux réunions régulières en 2014 pour discuter de la culture de sûreté et des nouveaux développements qui pourraient avoir une incidence sur le milieu de la gammagraphie industrielle et pour examiner le mandat et la composition du Groupe de travail. Le Groupe de travail a également tenu des réunions annuelles avec le milieu de la gammagraphie industrielle dans son ensemble, à Nisku (Alberta) et à Ottawa (Ontario). En 2014, le thème adopté était la culture de sûreté. Lors de la réunion d'Ottawa, des représentants de la France ont présenté des renseignements sur la réglementation du milieu de la gammagraphie industrielle dans leur pays.

Le personnel de la CCSN a publié [Gammagraphie industrielle et sécurité au travail](#) en tenant compte des commentaires du Groupe de travail. Ce livret contient des lignes directrices sur la manipulation et l'utilisation sécuritaires d'appareils d'exposition utilisés en gammagraphie industrielle. On y trouve aussi des renseignements généraux sur le rayonnement, à l'intention des personnes qui utilisent ces appareils ou qui travaillent à proximité de ceux-ci.

Le Groupe de travail a continué d'appuyer l'élaboration du guide [CSA PCP-09, Guide d'accréditation des opérateurs d'appareils d'exposition](#). Ce nouveau guide, qui remplacera le guide d'application de la réglementation G-229 de la CCSN, *Accréditation*

*des opérateurs d'appareil d'exposition*, traitera des plus récentes exigences en matière de sûreté, de sécurité et de réglementation pour le milieu industriel. Le personnel de la CCSN procédera à la mise en vigueur du nouveau guide en 2015.

### 4.3.3 Association canadienne de radioprotection

Depuis près de 30 ans, le personnel de la CCSN offre des présentations axées sur la réglementation et participe à des ateliers sur ce sujet dans le cadre des congrès annuels de l'Association canadienne de radioprotection (ACRP). Lors du congrès de 2014 tenu à Vancouver (C.-B.), le personnel de la CCSN a donné 11 présentations et participé à un groupe de discussion publique abordant des sujets liés à la réglementation.

En outre, des représentants de la CCSN et de l'ACRP ont créé un groupe de travail conjoint en 2014, dont le mandat proposé est « d'agir comme forum pour mettre en œuvre des solutions et résoudre des problèmes, afin de promouvoir une forte culture de radioprotection tout en respectant et comprenant les intérêts et les attentes des parties intéressées ». Le groupe de travail prévoit se réunir deux fois l'an ou plus souvent, s'il y a lieu.

C'est en septembre 2014 que s'est tenue la première réunion de ce groupe de travail qui portait sur l'élaboration d'un cadre de référence, ainsi que sur les attentes de chaque participant.

### 4.3.4 Organisation canadienne des physiciens médicaux

L'Organisation canadienne des physiciens médicaux (OCPM) représente les physiciens médicaux travaillant au sein des installations de radiothérapie du secteur médical et des accélérateurs pour la production d'isotopes (cyclotrons) du secteur commercial. Un bon nombre des responsables de la radioprotection accrédités dans les installations nucléaires de catégorie II sont membres de l'OCPM. En 2014, dans le cadre de ses activités de relations externes, le personnel de la CCSN a offert des exposés et présenté des affiches sur les questions de réglementation au congrès annuel de l'OCPM, en plus de participer à son « École d'hiver » et de publier des articles trimestriels sur des questions d'ordre réglementaire qui intéressent les titulaires de permis de radiothérapie dans le bulletin *Interactions* de l'OCPM.

Le personnel de la CCSN a également travaillé avec l'OCPM à l'élaboration d'exigences en matière d'essais d'assurance de la qualité pour les systèmes de sûreté des installations de radiothérapie qui sont exigés en vertu du [Règlement sur les installations nucléaires et l'équipement réglementé de catégorie II](#). Une fois finalisées, ces exigences en matière d'essais seront intégrées aux lignes directrices techniques sur le contrôle de la qualité publiées par le [Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie](#).

### 4.3.5 Ateliers sur les jauges portatives

En 2014, dans un effort pour promouvoir la conformité et la culture de sûreté au sein de ce sous-secteur industriel, la CCSN a mis sur pied un atelier sur la réglementation touchant les titulaires de permis de jauges portatives. Le personnel de la CCSN estime qu'un meilleur engagement de la part des titulaires de permis concernés permettra d'examiner ces questions. La CCSN a déjà observé des résultats positifs, notamment une

amélioration marquée du niveau de conformité et une réduction du nombre de mesures d'application prises contre ces titulaires de permis.

Un atelier pilote destiné aux responsables de la radioprotection œuvrant dans le sous-secteur des jauges portatives a été donné en juin 2014 dans la région de Toronto, en Ontario. L'atelier consistait en des présentations offertes par le personnel de la CCSN, suivies d'une séance de questions et réponses et de discussions générales. Les commentaires recueillis auprès des participants à cet atelier étaient positifs. À la lumière du succès de l'atelier, la CCSN prévoit offrir des ateliers similaires partout au Canada en 2015.

#### **4.3.6 Bulletins d'information**

En 2009, la CCSN lançait le *Bulletin d'information de la DRSN* — publié deux fois l'an par la Direction de la réglementation des substances nucléaires (DRSN), en plus de numéros spéciaux, au besoin — qui se veut une tribune pour communiquer des renseignements sur la réglementation et la sûreté aux titulaires de permis qui utilisent des substances nucléaires et de l'équipement réglementé au Canada. Ce bulletin traite de différentes questions liées à la conformité aux règlements et fait partie intégrante de l'engagement de la CCSN de tenir les titulaires de permis et le public informés. Alors que les numéros réguliers fournissent aux titulaires de permis des renseignements utiles sur l'ensemble des secteurs, les numéros spéciaux s'adressent à des sous-secteurs précis du lectorat.

Deux *Bulletins d'information de la DRSN* ont paru en 2014. Le numéro régulier donnait des renseignements opportuns sur le programme de vérification de la conformité et sur la période de consultation au sujet de l'ébauche du *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires*, alors que le numéro spécial s'adressait surtout aux opérateurs d'appareil d'exposition. Tous les [bulletins d'information](#) publiés peuvent être consultés sur le site Web de la CCSN.



## **5 Secteur médical**

Au 31 décembre 2014, le secteur médical comptait 536 permis de la CCSN et employait 9 003 travailleurs du secteur nucléaire.

Le présent rapport fournit les résultats du rendement en matière de sûreté de tous les titulaires de permis du secteur médical et examine de plus près les trois sous-secteurs suivants : la médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique, la radiothérapie, et la médecine nucléaire vétérinaire.

### **5.1 Rendement global en matière de sûreté**

En se fondant sur ses activités d'évaluation et de vérification du rendement des titulaires de permis, le personnel de la CCSN a conclu que le rendement en matière de sûreté du secteur médical était satisfaisant en 2014.

Les doses de rayonnement reçues par les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans ce secteur sont demeurées faibles, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 1 mSv. Aucun travailleur du secteur nucléaire n'a reçu de dose supérieure aux limites réglementaires annuelles.

Parmi les titulaires de permis inspectés dans ce secteur, 91,4 % ont fait preuve de conformité dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation et 91,9 % dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Radioprotection. Les titulaires de permis ont pris des mesures correctives satisfaisantes afin de régler les cas de non-conformité relevés par la CCSN.

En 2014, la CCSN n'a imposé aucune mesure d'application renforcée aux titulaires de permis du secteur médical.

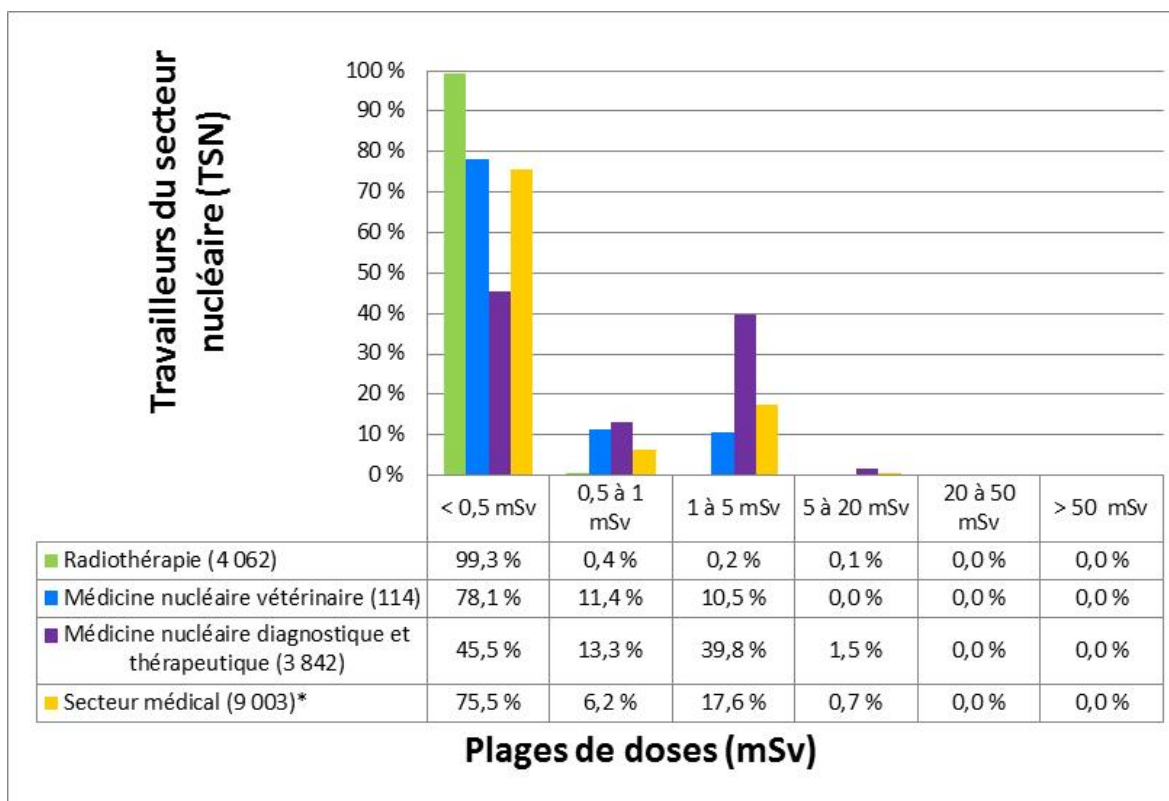
### **5.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances**

#### **5.2.1 Doses aux travailleurs**

Comme l'indique la figure 20, les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans le sous-secteur de la médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique ont continué à recevoir des doses supérieures à celles reçues par les travailleurs des autres sous-secteurs médicaux. Cela est attribuable au fait que ces travailleurs administrent directement des substances nucléaires aux patients et travaillent constamment dans un environnement où les patients se trouvent à proximité immédiate des professionnels de la santé. Néanmoins, la grande majorité de ces travailleurs ont reçu des doses bien en deçà de 5 mSv. La figure 21 présente les doses reçues par les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans le sous-secteur de la médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique, de 2010 à 2014.

Les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans les sous-secteurs de la médecine nucléaire vétérinaire et de la radiothérapie ont continué à recevoir de faibles doses, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 1 mSv.

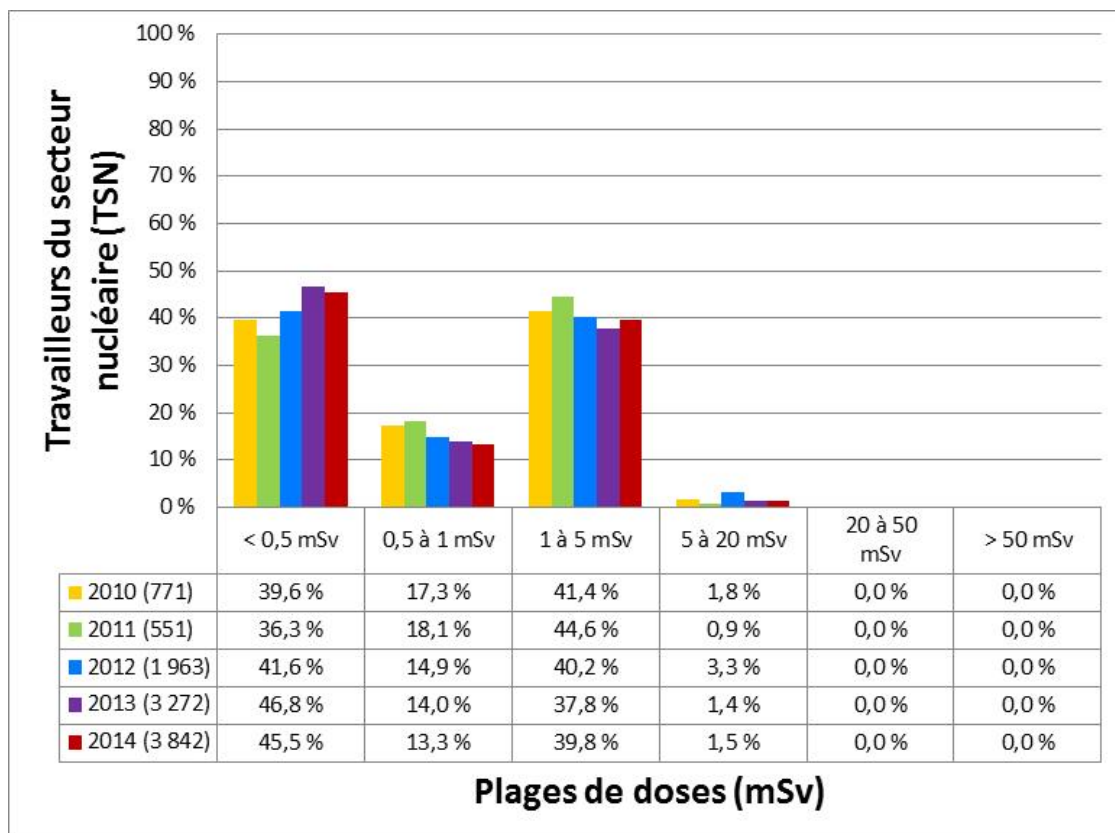
**Figure 20 : Comparaison du secteur médical avec des sous-secteurs sélectionnés – Doses efficaces annuelles pour les travailleurs du secteur nucléaire en 2014**



\* Le nombre total de travailleurs du secteur nucléaire indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur médical, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

Figure 21 : Rendement du sous-secteur de la médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique – Doses efficaces annuelles pour les travailleurs du secteur nucléaire, de 2010 à 2014



Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

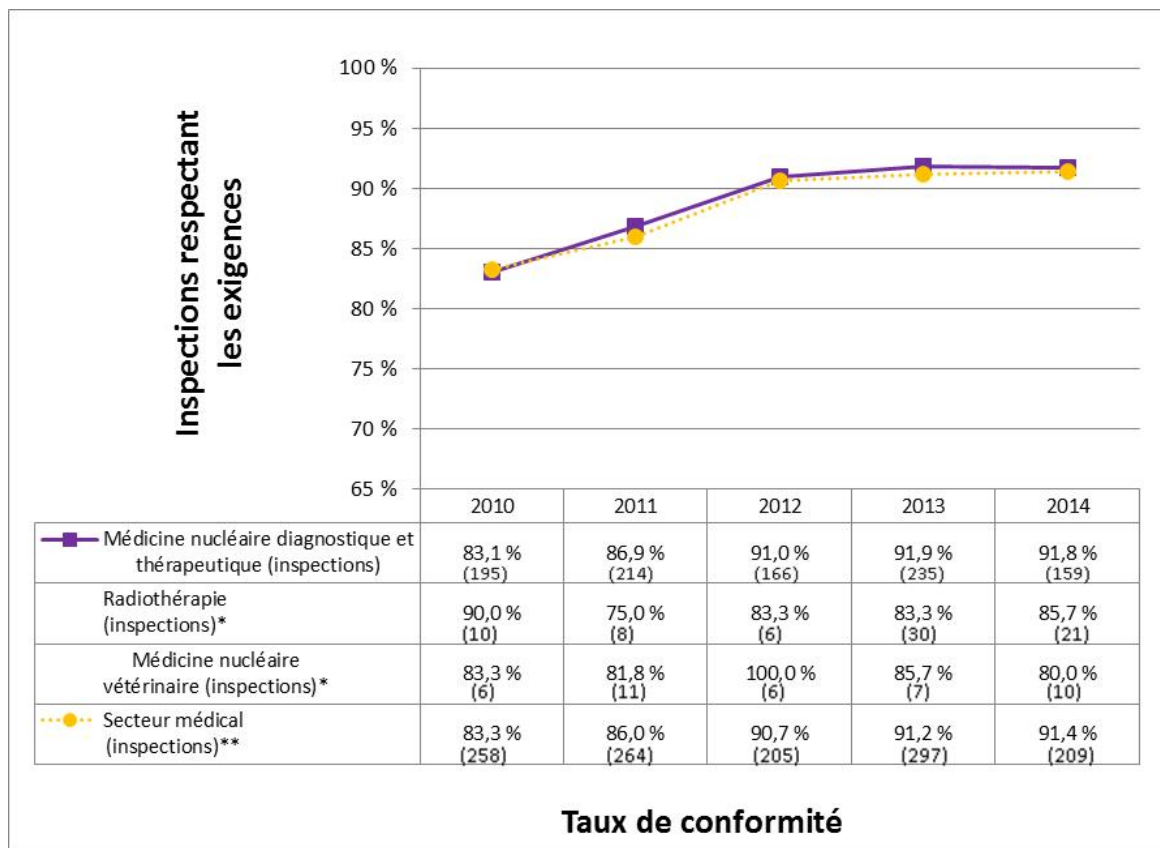
### 5.2.2 Conduite de l'exploitation

Dans le domaine de la Conduite de l'exploitation, le secteur médical affichait un taux de conformité global de 91,4 % en 2014, comme le montre la figure 22. Le rendement dans ce domaine de sûreté et de réglementation est demeuré constant depuis 2012, alors que 90,7 % des titulaires de permis inspectés faisaient preuve de conformité. Les inspections réalisées dans le sous-secteur de la médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique représentent la vaste majorité des inspections visant la conduite de l'exploitation dans le secteur médical. Dès lors, tout changement dans le taux de conformité de ce sous-secteur a une incidence importante sur le taux de conformité global du secteur médical.

Les cas de non-conformité observés dans le secteur médical étaient principalement liés au défaut de se conformer à certaines exigences réglementaires en lien avec ce qui suit : les obligations des travailleurs, la conservation des documents, les épreuves d'étanchéité des sources scellées, le respect des procédures d'exploitation et l'utilisation de l'équipement obligatoire. Au moyen d'une approche graduelle des mesures d'application, le personnel de la CCSN a imposé tout un éventail de mesures de conformité proportionnelles à la gravité des cas de non-conformité en vue de corriger ces situations. Toutefois, aucun des cas de non-conformité observé n'avait une grande importance pour la sûreté ou nécessitait un renforcement des mesures d'application.

Dans tous les cas, les titulaires de permis ont corrigé ces cas de non-conformité à la satisfaction du personnel de la CCSN.

**Figure 22 : Comparaison du rendement du secteur médical avec des sous-secteurs sélectionnés – Résultats des inspections de la conduite de l'exploitation, de 2010 à 2014**



\* En raison du nombre d'inspections relativement faible dans les sous-secteurs de la radiothérapie et de la médecine nucléaire vétérinaire, leur ligne de tendance n'est pas montrée.

\*\* Le nombre total d'inspections indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur médical, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

### 5.2.3 Radioprotection

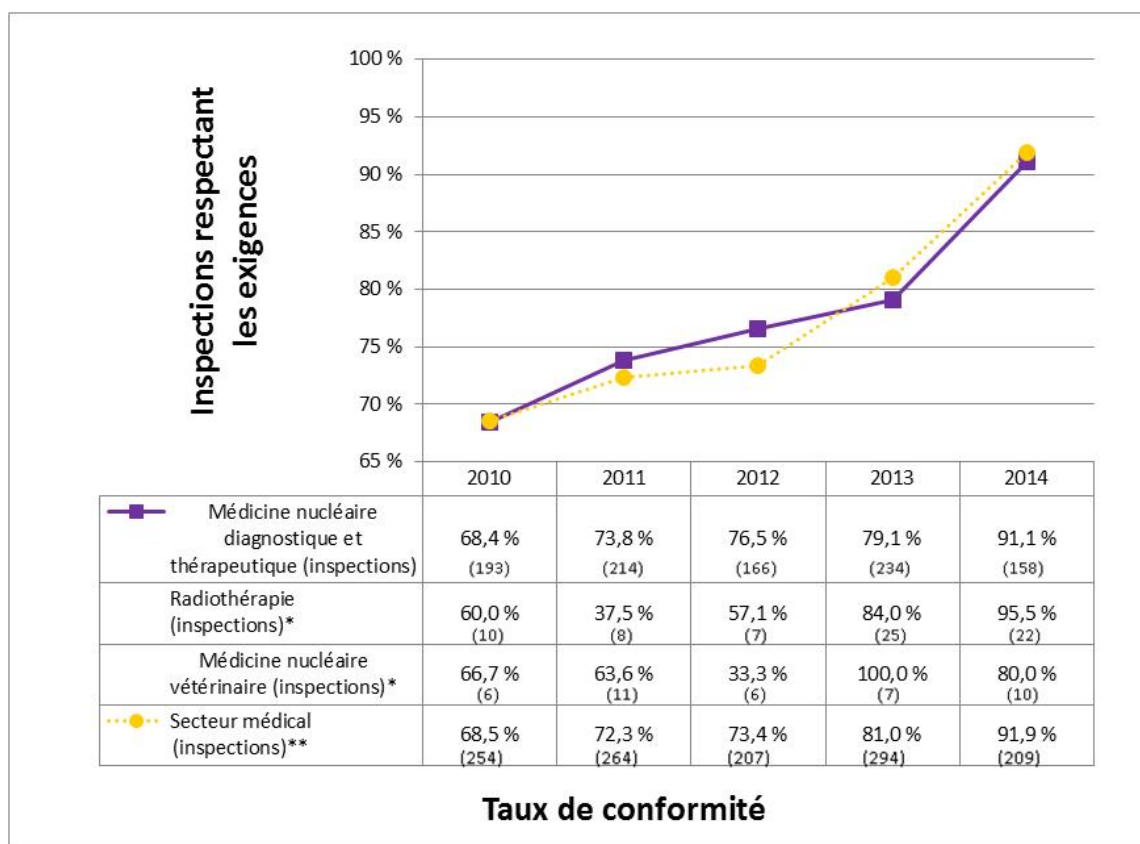
Dans le domaine de la Radioprotection, le secteur médical affichait un taux de conformité global de 91,9 % en 2014, comme le montre la figure 23. Ce domaine de sûreté et de réglementation a continué de montrer une amélioration constante et nette. En 2010, 68,5 % seulement des titulaires de permis inspectés faisaient preuve de conformité aux exigences réglementaires. Les inspections réalisées dans le sous-secteur de la médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique représentent la vaste majorité des inspections visant la radioprotection dans le secteur médical. Dès lors, tout changement dans le taux de conformité de ce sous-secteur a une incidence importante sur le taux de conformité global du secteur médical. Le taux de conformité du sous-secteur de la radiothérapie a continué à s'améliorer en 2014.

Les cas de non-conformité observés dans le secteur médical concernaient principalement ce qui suit : un entreposage inadéquat des substances nucléaires, des conteneurs ou des

appareils à rayonnement mal étiquetés, une mise en œuvre inadéquate des mesures destinées à maintenir les doses conformément au principe ALARA et des radiamètres non disponibles ou mal étalonnés. Au moyen d'une approche graduelle des mesures d'application, le personnel de la CCSN a imposé tout un éventail de mesures de conformité proportionnelles à la gravité des cas de non-conformité en vue de corriger ces situations. Aucun des cas de non-conformité observé n'avait une grande importance pour la sûreté ou nécessitait un renforcement des mesures d'application.

Dans tous les cas, les titulaires de permis ont corrigé ces cas de non-conformité à la satisfaction du personnel de la CCSN.

**Figure 23 : Comparaison du rendement du secteur médical avec des sous-secteurs sélectionnés – Résultats des inspections de la radioprotection, de 2010 à 2014**



\* En raison du nombre d'inspections relativement faible dans les sous-secteurs de la radiothérapie et de la médecine nucléaire vétérinaire, leur ligne de tendance n'est pas montrée.

\*\* Le nombre total d'inspections indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur médical, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

## 5.2.4 Mesures d'application

En 2014, la CCSN n'a imposé aucune mesure d'application renforcée aux titulaires de permis du secteur médical.

## 6 Secteur industriel

Au 31 décembre 2014, le secteur industriel comptait 1 398 permis délivrés par la CCSN et employait 8 567 travailleurs du secteur nucléaire.

Le présent rapport fournit les résultats du rendement en matière de sûreté de tous les titulaires de permis du secteur industriel et examine de plus près les quatre sous-secteurs suivants : gammagraphie industrielle, diagraphie des puits de pétrole, jauges nucléaires portatives et jauges nucléaires fixes.

En 2014, la CCSN a révisé le programme d'inspection visant le sous-secteur des jauges fixes. Afin de renforcer la surveillance réglementaire, les inspections autrefois quinquennales sont devenues triennales en 2014. (Le nouveau régime d'inspection prévoit un nombre plus élevé d'inspections sur le terrain axées sur le rendement en plus des inspections portant sur l'examen des documents et des dossiers.) En conséquence, le nombre d'inspections dans ce sous-secteur a augmenté de 12,9 %.

### 6.1 Rendement global en matière de sûreté

En se fondant sur ses activités d'évaluation et de vérification du rendement des titulaires de permis, le personnel de la CCSN a conclu que le rendement en matière de sûreté du secteur industriel était satisfaisant en 2014.

Les doses de rayonnement reçues par les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans ce secteur sont demeurées faibles, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 1 mSv. Aucun travailleur du secteur nucléaire n'a reçu de dose supérieure aux limites réglementaires annuelles.

Parmi tous les titulaires de permis inspectés dans ce secteur, 87,9 % ont fait preuve de conformité dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation et 88,1 % dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Radioprotection. Les titulaires de permis ont pris des mesures correctives, à la satisfaction du personnel de la CCSN, pour régler les cas de non-conformité relevés lors des inspections.

En 2014, la CCSN a pris des mesures d'application renforcées contre 16 titulaires de permis du secteur industriel, soit 10 ordres et 6 sanctions administratives pécuniaires. Des détails supplémentaires sont présentés à la section [6.2.4](#).

### 6.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances

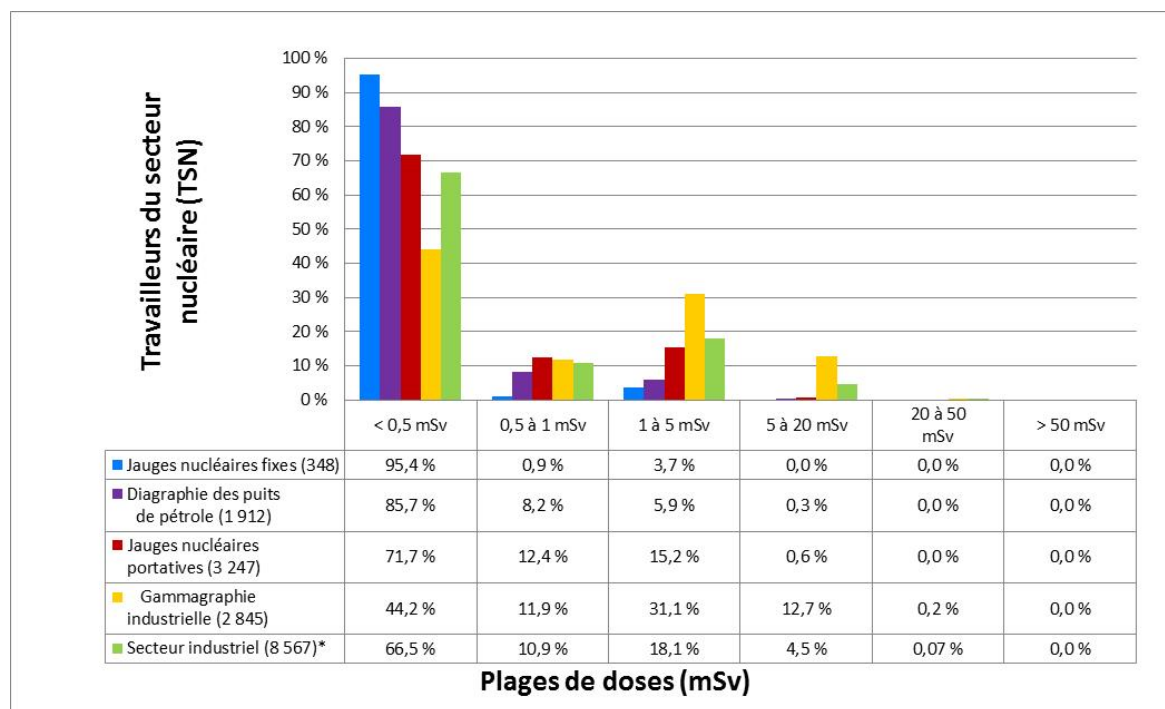
#### 6.2.1 Doses aux travailleurs

La figure 24 résume les doses reçues par les travailleurs de ce secteur en 2014. La grande majorité de ces travailleurs du secteur nucléaire ont reçu des doses en deçà de 5 mSv. Les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans le sous-secteur de la gammagraphie industrielle ont continué de recevoir des doses supérieures à celles reçues par les travailleurs des autres sous-secteurs industriels. Cela s'explique par le travail effectué à proximité immédiate d'appareils d'exposition contenant des sources scellées de haute activité. La figure 25 présente les doses reçues par les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans le sous-secteur de la gammagraphie industrielle de 2010 à 2014.

Dans les sous-secteurs des jauges nucléaires portatives et de la diagraphie des puits de pétrole, les travailleurs du secteur nucléaire ont continué de recevoir de faibles doses, la majorité d'entre eux ayant reçu moins de 1 mSv.

Dans le sous-secteur des jauges nucléaires fixes, les travailleurs du secteur nucléaire ont continué de recevoir des doses très faibles, principalement en raison de la manipulation directe limitée des appareils à rayonnement dans ce sous-secteur.

**Figure 24 : Comparaison du rendement du secteur industriel avec des sous-secteurs sélectionnés – Doses efficaces pour les travailleurs du secteur nucléaire en 2014**

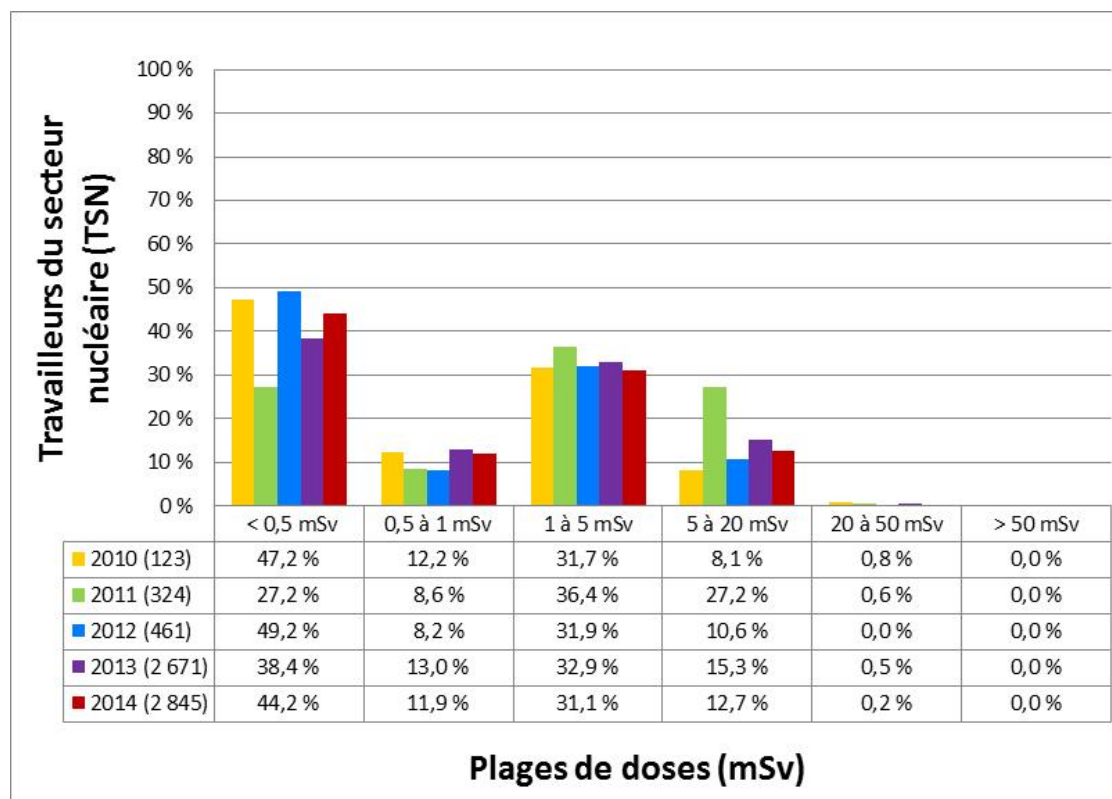


\* Le nombre total de travailleurs du secteur nucléaire indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur industriel, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.



**Figure 25 : Rendement du sous-secteur de la gammagraphie industrielle – Doses efficaces annuelles pour les travailleurs du secteur nucléaire, de 2010 à 2014**



Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

## 6.2.2 Conduite de l'exploitation

La figure 26 présente le taux de conformité du secteur industriel dans le domaine de la Conduite de l'exploitation. Même si le rendement global des titulaires de permis dans ce domaine de sûreté et de réglementation est demeuré relativement le même depuis 2012, une tendance à la baisse est observée dans le sous-secteur des jauges fixes. Il convient de souligner que les doses de rayonnement reçues par les travailleurs dans ce sous-secteur sont les plus faibles de l'ensemble du secteur industriel.

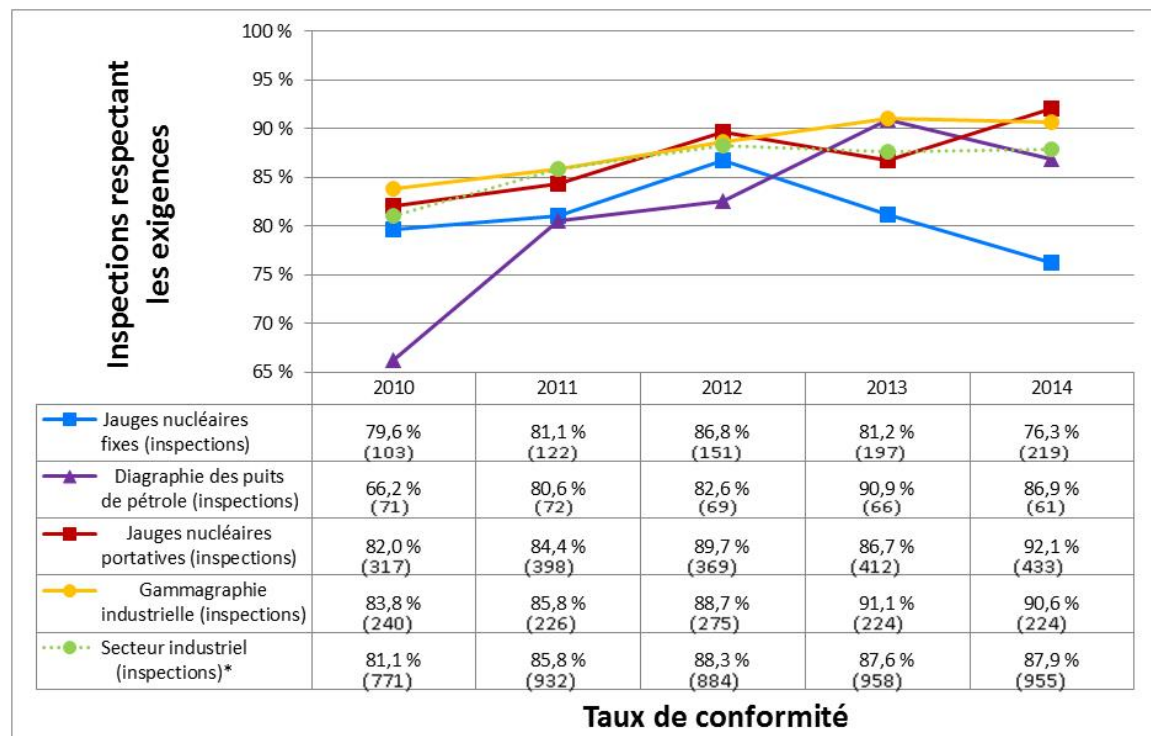
Les jauges fixes sont très fiables et leur utilisation nécessite peu de manipulation après leur installation et la mise en marche. Lors d'inspections sur le terrain, les inspecteurs de la CCSN ont observé des lacunes dans la surveillance par les titulaires de permis des jauges fixes pendant leur utilisation normale, entraînant une déficience par rapport aux procédures établies. La CCSN a reconnu que le rendement inférieur de ce sous-secteur demeure un enjeu et a augmenté ses activités de surveillance réglementaire dans le sous-secteur des jauges fixes en 2014.

Les cas de non-conformité observés par le personnel de la CCSN dans le secteur industriel avaient trait au défaut de se conformer aux exigences réglementaires applicables à ce qui suit : les obligations des travailleurs, la conservation des documents, les épreuves d'étanchéité des sources scellées, l'utilisation de l'équipement obligatoire et le respect des procédures spécifiées dans les permis délivrés par la CCSN. Au moyen

d'une approche graduelle des mesures d'application, le personnel de la CCSN a imposé tout un éventail de mesures de conformité proportionnelles à la gravité des cas de non-conformité en vue de corriger ces situations. Dans certains cas, compte tenu de l'importance de la non-conformité pour la sûreté, des mesures d'application renforcées ont été imposées. Voir la section 6.2.4 pour plus d'information.

Dans tous les cas, les titulaires de permis ont corrigé ces cas de non-conformité à la satisfaction du personnel de la CCSN.

**Figure 26 : Comparaison du rendement du secteur industriel avec des sous-secteurs sélectionnés – Résultats des inspections de la conduite de l'exploitation, de 2010 à 2014**



\* Le nombre total d'inspections indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur industriel, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

### 6.2.3 Radioprotection

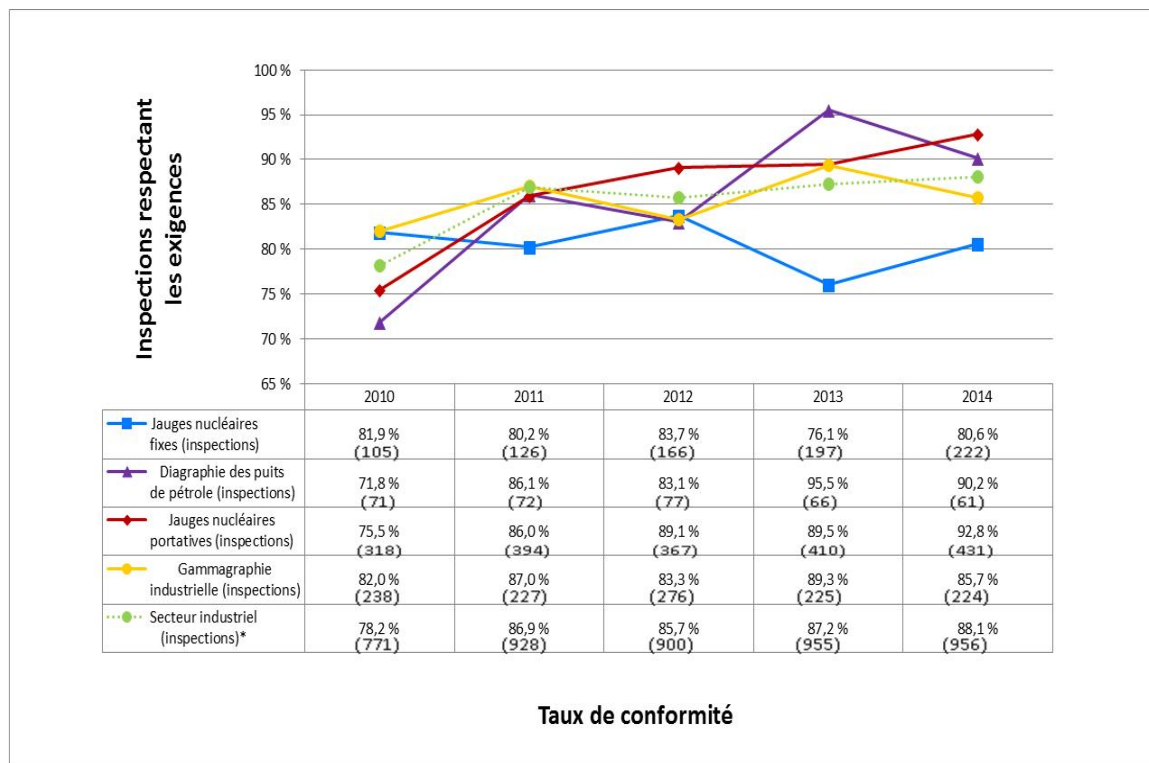
Dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Radioprotection, les titulaires de permis du secteur industriel affichaient un taux de conformité de 88,1 % en 2014, comme le montre la figure 27. Le rendement global des titulaires de permis dans ce domaine de sûreté et de réglementation est demeuré relativement constant depuis 2011.

Les cas de non-conformité observés par le personnel de la CCSN dans le secteur industriel étaient liés à ce qui suit : des radiamètres non disponibles ou mal étalonnés, l'absence de panneaux aux limites et aux points d'accès, une mise en œuvre inadéquate des mesures visant à maintenir les doses conformément au principe ALARA, des conteneurs ou appareils à rayonnement mal étiquetés, et le non-respect des obligations réglementaires. Au moyen d'une approche graduelle des mesures d'application, le personnel de la CCSN a imposé tout un éventail de mesures de conformité proportionnelles à la gravité des cas de non-conformité en vue de corriger ces situations.

Dans certains cas, compte tenu de l'importance de la non-conformité pour la sûreté, des mesures d'application renforcées ont été imposées. Voir la section 6.2.4 pour plus d'information.

Dans tous les cas, les titulaires de permis ont corrigé ces cas de non-conformité à la satisfaction du personnel de la CCSN.

**Figure 27 : Comparaison du rendement du secteur industriel avec des sous-secteurs sélectionnés – Résultats des inspections de la radioprotection, de 2010 à 2014**



\* Le nombre total d'inspections indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur industriel, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

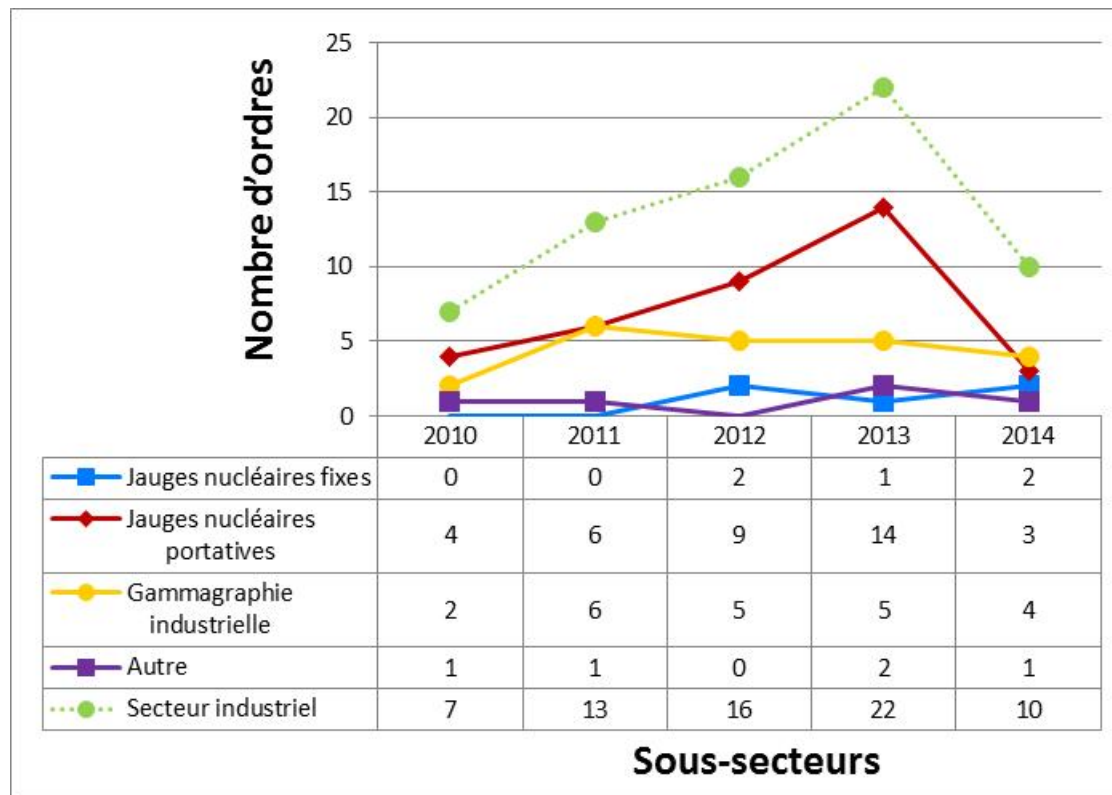
### 6.2.4 Mesures d'application

Comme l'indique la figure 28, en 2014, la CCSN a pris des mesures d'application renforcées contre 16 des titulaires de permis du secteur industriel, soit 10 ordres et 6 sanctions administratives pécuniaires. La plupart des mesures d'application ont été imposées à des titulaires de permis des sous-secteurs de la gammagraphie industrielle et des jauges nucléaires portatives. En 2014, le secteur industriel a connu une baisse importante du nombre d'ordres délivrés par rapport à 2013. Cette baisse s'explique principalement par le nombre moins élevé d'ordres délivrés dans le sous-secteur des jauges nucléaires portatives. Le rendement du sous-secteur des jauges portatives s'est amélioré pour tous les domaines de sûreté et de réglementation en 2014, démontant ainsi l'efficacité des efforts de relations externes et de promotion de la conformité déployés par le personnel de la CCSN.

Tous les titulaires de permis qui ont reçu un ordre se sont conformés aux conditions de l'ordre et ont mis en œuvre des mesures correctives à la satisfaction du personnel de la

CCSN. Les six titulaires de permis qui se sont vus imposer une sanction administrative pécuniaire ont payé le montant de la sanction. Les détails des ordres et des sanctions administratives pécuniaires imposés se trouvent à la section 4.2.5.

Figure 28 : Résumé des ordres délivrés par type d'activité autorisée dans le secteur industriel, de 2010 à 2014



Pour plus d'information sur les mesures d'application, veuillez consulter la page « [Mesures réglementaires](#) » sur le site Web de la CCSN.

## 7 Secteur universitaire et de recherche

Au 31 décembre 2014, le secteur universitaire et de recherche comptait 229 permis délivrés par la CCSN et employait 3 612 travailleurs du secteur nucléaire.

Le présent rapport fournit les résultats du rendement en matière de sûreté de tous les titulaires de permis du secteur universitaire et de recherche et examine de plus près le sous-secteur suivant : études de laboratoire et utilisation globale de substances nucléaires.

Depuis quelques années, on constate une diminution constante du nombre de permis qui sont délivrés dans le sous-secteur des études de laboratoire et de l'utilisation globale de substances nucléaires, passant graduellement de 198 permis en 2010 à 154 en 2014 (baisse de 22,2 %). Cette baisse tient au fait que les institutions adoptent de nouvelles méthodes de recherche qui ne reposent pas sur l'utilisation de substances nucléaires.

En 2013, la CCSN a révisé le programme d'inspection visant le sous-secteur des études de laboratoire et de l'utilisation globale des substances nucléaires en raison d'un rendement positif en matière de sûreté et du faible risque associé aux activités autorisées

de ce sous-secteur. Les inspections qui étaient auparavant annuelles ont lieu maintenant tous les deux ans, ce qui explique la baisse de 30,8 % du nombre d'inspection réalisées en 2014 dans ce sous-secteur.

## **7.1 Rendement global en matière de sûreté**

En 2014, le secteur universitaire et de recherche a continué de démontrer un bon rendement en matière de sûreté.

Les doses de rayonnement reçues par les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans ce secteur sont demeurées très faibles, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 0,5 mSv.

Des titulaires de permis inspectés dans ce secteur, 87,4 % faisaient preuve de conformité dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation et 87,3 % faisaient preuve de conformité dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Radioprotection. Les titulaires de permis ont pris des mesures correctives, à la satisfaction du personnel de la CCSN, afin de régler les cas de non-conformité relevés lors des inspections.

La CCSN a pris deux mesures d'application renforcées contre un titulaire de permis de ce secteur, soit un ordre et une sanction administrative pécuniaire. Des détails sur ces deux mesures sont fournis à la section [4.2.5](#).

### **7.1.1 Laboratoire de la CCSN**

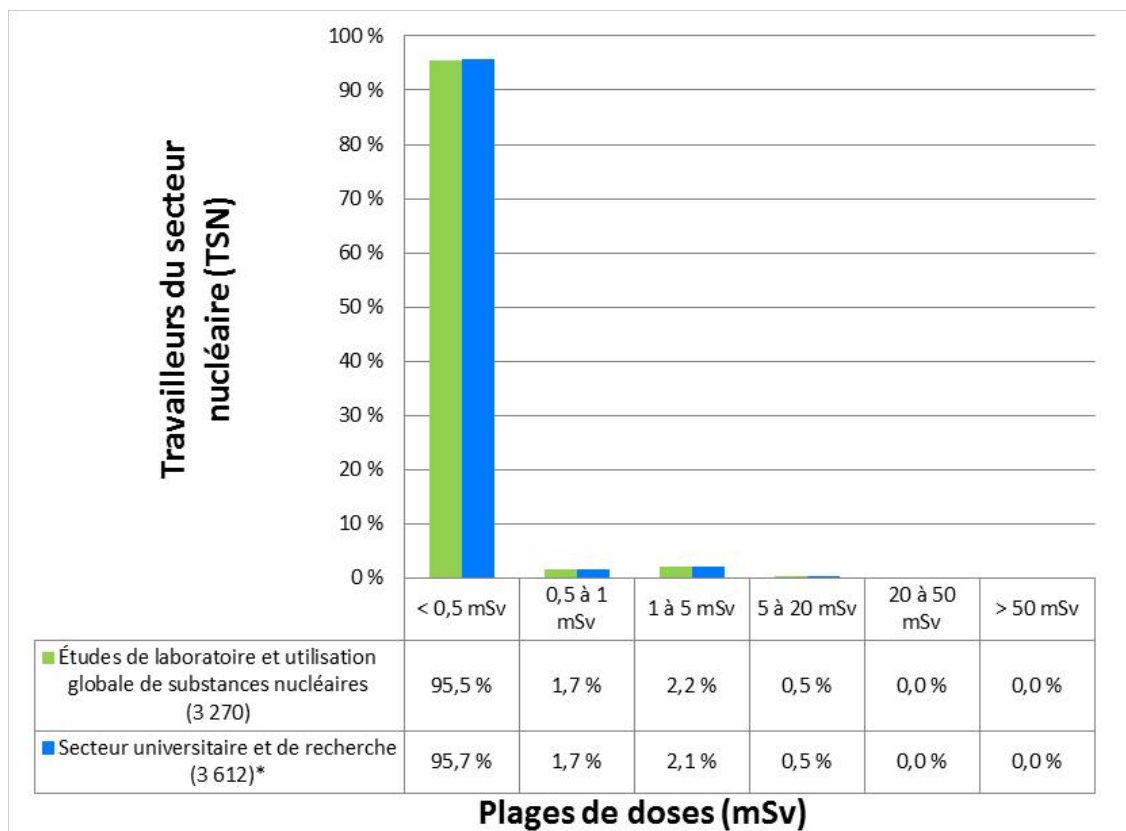
Les doses reçues par les travailleurs du secteur nucléaire au laboratoire de la CCSN sont demeurées très faibles, la plupart de ces travailleurs ayant reçu des doses inférieures à 0,5 mSv. Le laboratoire de la CCSN a signalé un événement concernant la perte d'une source de césium 137 à faible risque (catégorie 4). Cet événement est discuté en détail à la section [4.2.6](#). Pour assurer le suivi de cet événement, le personnel de la CCSN a réalisé une inspection de la conformité au laboratoire de la CCSN en décembre 2014 et a conclu que l'utilisation de substances nucléaires et d'équipement réglementé au laboratoire est sécuritaire.

## **7.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances**

### **7.2.1 Doses aux travailleurs**

Comme l'indique la figure 29, les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans le sous-secteur des études de laboratoire et de l'utilisation globale de substances nucléaires représentent plus de 90 % du total des travailleurs de ce secteur.

**Figure 29 : Comparaison du rendement du secteur universitaire et de recherche avec le sous-secteur des études de laboratoire et de l'utilisation globale de substances nucléaires – Doses efficaces pour les travailleurs du secteur nucléaire en 2014**



\* Le nombre total de travailleurs du secteur nucléaire indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur universitaire et de recherche, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

Parmi les travailleurs recensés à la figure 29, se trouvent sept employés du laboratoire de la CCSN, désignés comme travailleurs du secteur nucléaire. Six de ces travailleurs ont reçu une dose inférieure à 0,5 mSv; un d'entre eux a reçu une dose entre 1 et 5 mSv.

## 7.2.2 Conduite de l'exploitation

Dans le domaine de la Conduite de l'exploitation, le secteur universitaire et de recherche affichait un taux de conformité global de 87,4 % en 2014, comme le montre la figure 30. Malgré les fluctuations des deux dernières années, ce domaine de sûreté et de réglementation est demeuré généralement constant depuis 2010, alors que 84,5 % des titulaires de permis inspectés faisaient preuve de conformité.

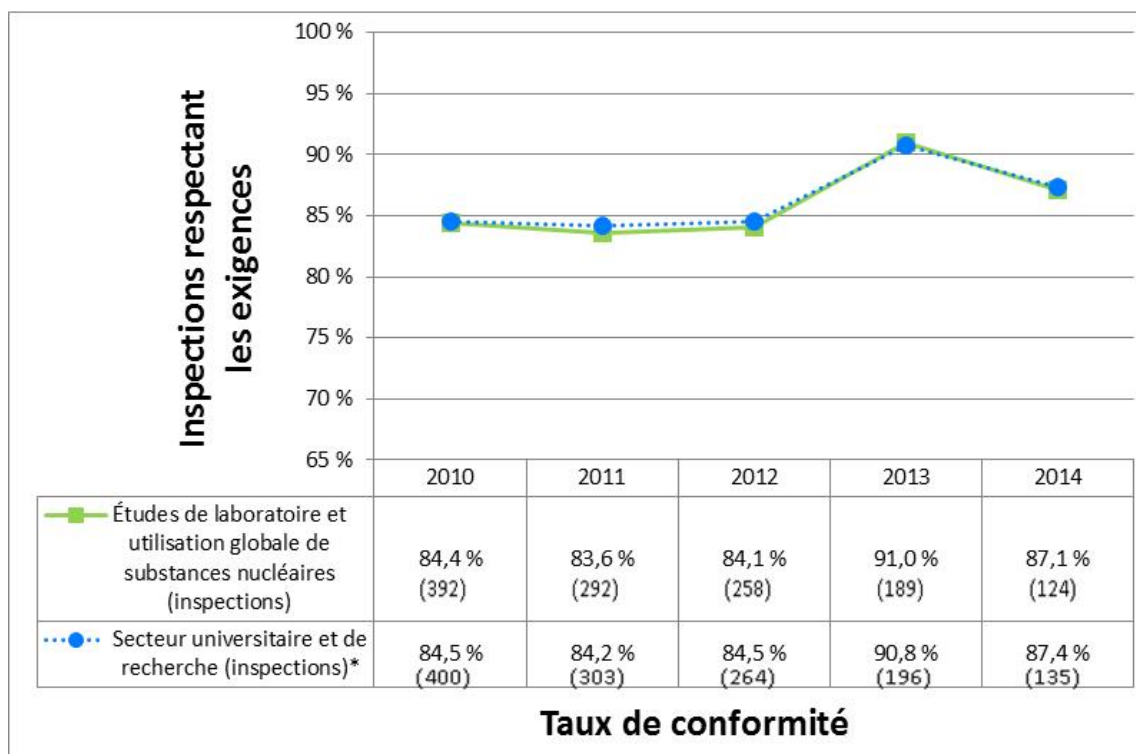
Les cas de non-conformité observés par le personnel de la CCSN dans le secteur universitaire et de recherche étaient liés au défaut de se conformer aux exigences réglementaires applicables à ce qui suit : la conservation des documents d'inventaire, les obligations des travailleurs, l'affichage de panneaux de mise en garde contre les rayonnements, le respect des procédures et l'affichage du permis au moyen d'une approche graduelle des mesures d'application. Le personnel de la CCSN a imposé tout un éventail de mesures de conformité proportionnelles à la gravité des cas de non-conformité



en vue de corriger ces situations. Aucun des cas de non-conformité observé n'avait une grande importance pour la sûreté ou nécessitait un renforcement des mesures d'application.

Dans tous les cas, les titulaires de permis ont corrigé ces cas de non-conformité à la satisfaction du personnel de la CCSN.

**Figure 30 : Comparaison du rendement du secteur universitaire et de recherche avec le sous-secteur des études de laboratoire et de l'utilisation globale de substances nucléaires – Résultats des inspections de la conduite de l'exploitation, de 2010 à 2014**



\* Le nombre total d'inspections indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur universitaire et de recherche, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

### 7.2.3 Radioprotection

Dans le domaine de la Radioprotection, le secteur universitaire et de recherche affichait un taux de conformité global de 87,3 % en 2014, comme l'indique la figure 31. Ce domaine de sûreté et de réglementation a progressé depuis 2010, alors que seulement 80,2 % des titulaires de permis inspectés faisaient preuve de conformité.

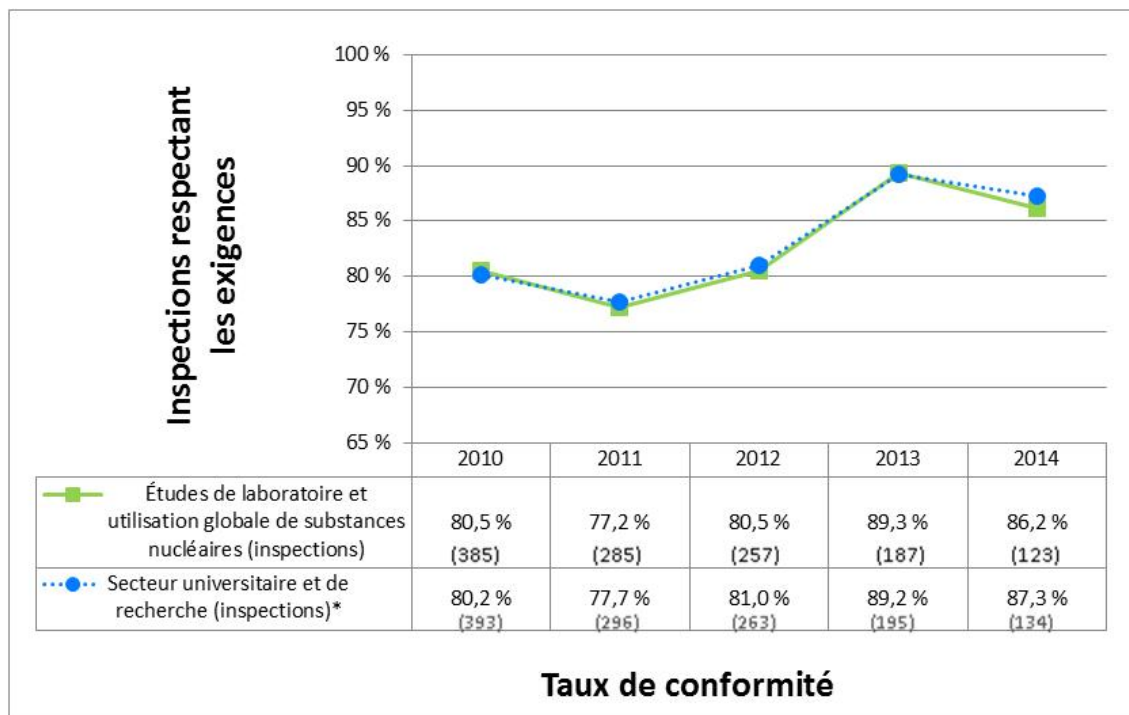
Les cas de non-conformité observés par le personnel de la CCSN dans le secteur universitaire et de recherche étaient liés à ce qui suit : une mise en œuvre inadéquate des mesures visant à maintenir les doses conformément au principe ALARA, des conteneurs ou des appareils à rayonnement mal étiquetés, un entreposage inadéquat de substances nucléaires et l'absence de panneaux aux limites et aux points d'accès. Au moyen d'une approche graduelle des mesures d'application, le personnel de la CCSN a imposé tout un éventail de mesures de conformité proportionnelles à la gravité des cas de non-conformité en vue de corriger ces situations. Toutefois, aucun des cas de non-conformité observé



n'avait une grande importance pour la sûreté ou nécessitait un renforcement des mesures d'application. Voir la section 7.2.4 pour plus d'information.

Dans tous les cas, les titulaires de permis ont corrigé ces cas de non-conformité à la satisfaction du personnel de la CCSN.

**Figure 31 : Comparaison du rendement du secteur universitaire et de recherche avec le sous-secteur des études de laboratoire et de l'utilisation globale de substances nucléaires – Résultats des inspections de la radioprotection, de 2010 à 2014**



\* Le nombre total d'inspections indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur universitaire et de recherche, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

## 7.2.4 Mesures d'application

La CCSN a pris deux mesures d'application renforcées contre un titulaire de permis du secteur universitaire et de recherche, soit un ordre et une sanction administrative pécuniaire. Ces deux mesures ont été imposées en lien avec la perte de contrôle de l'inventaire des sources scellées d'un titulaire de permis, discutée à la section 4.2.6. En réponse à l'ordre, le titulaire de permis a mis en œuvre des mesures correctives, y compris des mesures afin d'éviter la récurrence d'un tel événement. Le personnel de la CCSN a examiné toutes ces mesures et les a jugées satisfaisantes. Le titulaire de permis a aussi payé le montant imposé dans la sanction administrative pécuniaire. Les détails de l'ordre et de la sanction administrative pécuniaire se trouvent à la section 4.2.5.

## **8 Secteur commercial**

Au 31 décembre 2014, le secteur commercial comptait 248 permis de la CCSN et employait 2 077 travailleurs du secteur nucléaire.

Le présent rapport fournit les résultats du rendement en matière de sûreté de tous les titulaires de permis du secteur commercial et examine de plus près les cinq sous-secteurs suivants : exploitation des accélérateurs pour la production d'isotopes, traitement des substances nucléaires, distribution des substances nucléaires, entretien des appareils à rayonnement et de l'équipement réglementé, et étalonnage des appareils à rayonnement et de l'équipement réglementé.

### **8.1 Rendement global en matière de sûreté**

En 2014, le secteur commercial a continué de démontrer un bon rendement en matière de sûreté.

Les doses de rayonnement reçues par les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans ce secteur sont demeurées faibles, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 1 mSv.

Des titulaires de permis inspectés, 88,9 % ont fait preuve de conformité dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation et 93,7 % dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Radioprotection. Les titulaires de permis ont pris des mesures correctives à la satisfaction du personnel de la CCSN afin de régler les cas de non-conformité relevés lors des inspections.

La CCSN a pris une mesure d'application renforcée contre un titulaire de permis dans le secteur commercial. Cette mesure est expliquée en détail à la section [8.2.4](#).

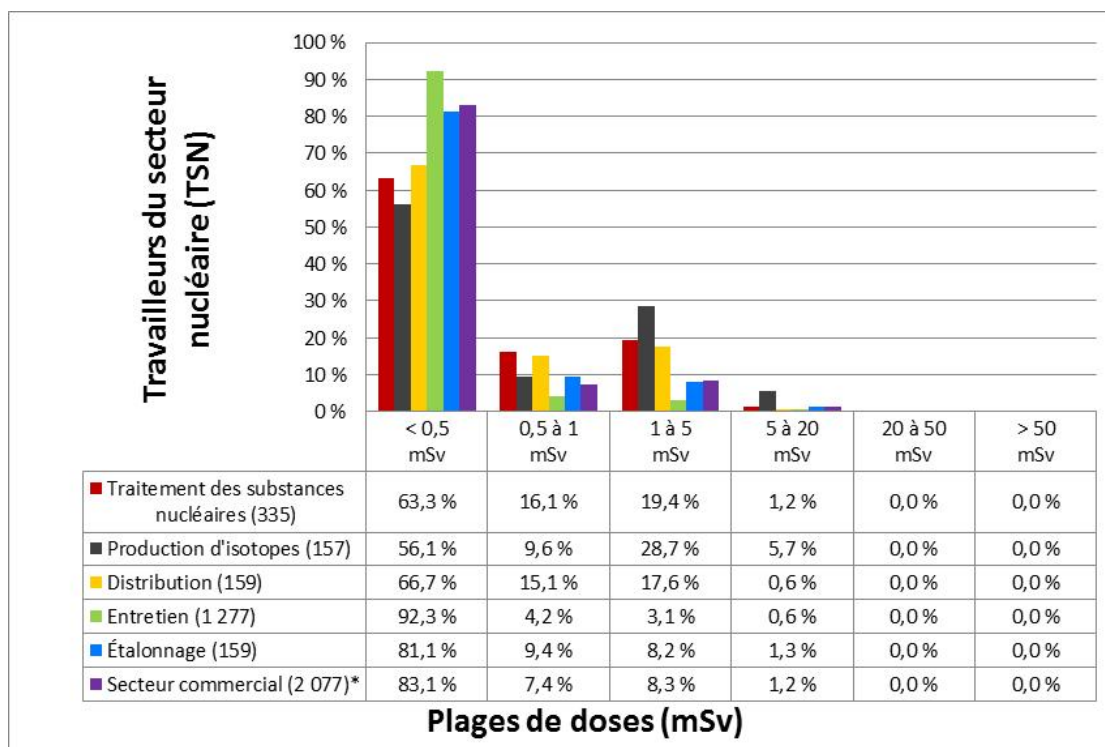
### **8.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances**

#### **8.2.1 Doses aux travailleurs**

Comme l'indique la figure 32, les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans les sous-secteurs des accélérateurs pour la production d'isotopes, du traitement des substances nucléaires et de la distribution des substances nucléaires ont continué de recevoir des doses de rayonnement plus élevées que les travailleurs des autres sous-secteurs. Ce résultat est attribuable à la manipulation directe de substances nucléaires et à la présence de composants de cyclotron activés par le rayonnement. Cela étant dit, la grande majorité des travailleurs du secteur nucléaire de ces trois sous-secteurs ont reçu des doses inférieures à 5 mSv. Les doses reçues par les travailleurs du secteur nucléaire, de 2010 à 2014, dans le sous-secteur des accélérateurs pour la production d'isotopes et celui du traitement des substances nucléaires sont indiquées à la figure 33 et la figure 34, respectivement.

Les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans les sous-secteurs de l'entretien et de l'étalonnage ont continué de recevoir de faibles doses, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 0,5 mSv.

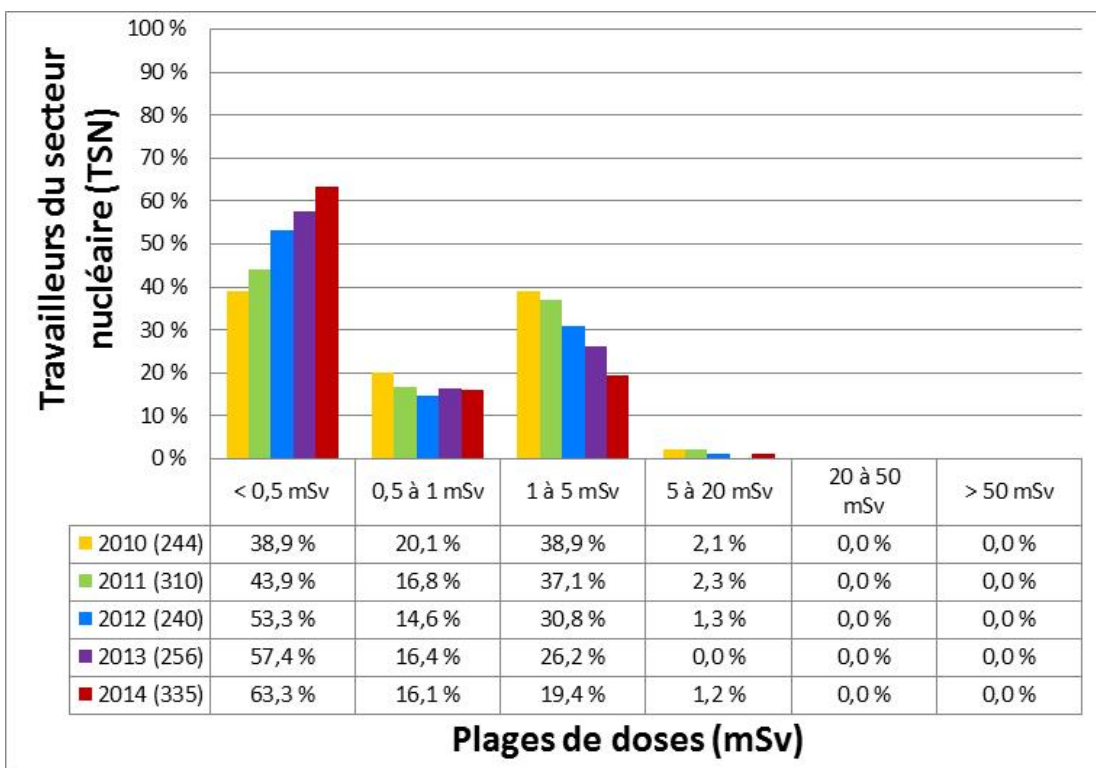
**Figure 32 : Comparaison du rendement du secteur commercial avec des sous-secteurs sélectionnés – Doses efficaces pour les travailleurs du secteur nucléaire en 2014**



\* Le nombre total de travailleurs du secteur nucléaire indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur commercial, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport. Comme certains titulaires de permis détiennent plusieurs permis visant différentes activités autorisées dans le secteur commercial, il devient alors impossible de cerner l'activité précise en lien avec une valeur de dose donnée. Par conséquent, les titulaires de permis concernés rapportent le même sommaire des doses pour chaque permis. Dans le présent rapport, le nombre total de travailleurs du secteur nucléaire exclut les données de doses doubles, car le nombre de ces travailleurs est plus petit que la somme correspondant aux sous-secteurs mis en évidence dans le secteur commercial.

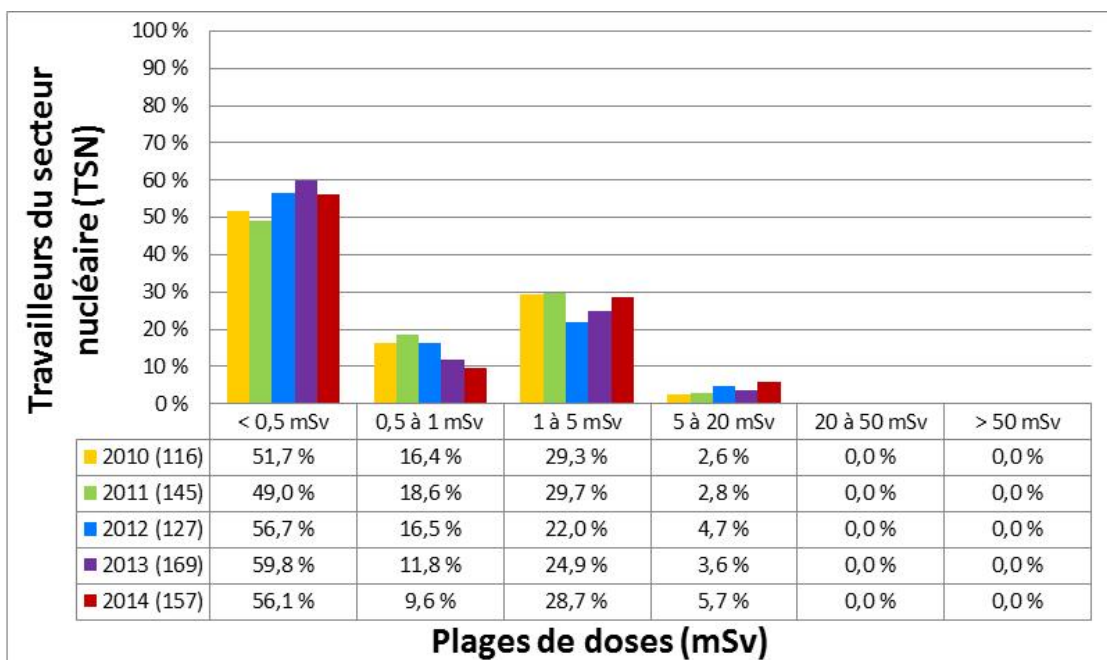
Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

**Figure 33 : Rendement du sous-secteur des substances nucléaires – Doses efficaces annuelles pour les travailleurs du secteur nucléaire, de 2010 à 2014**



Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

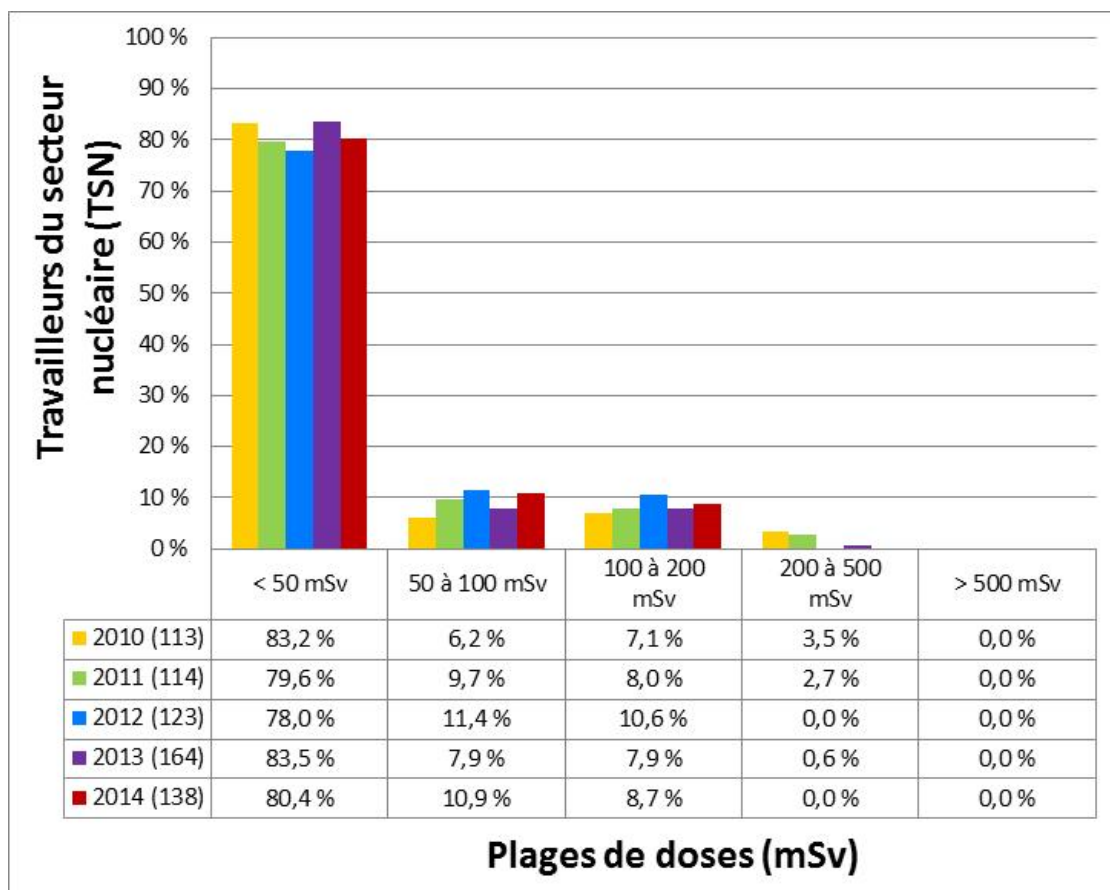
**Figure 34 : Rendement du sous-secteur des accélérateurs pour la production d'isotopes – Doses efficaces annuelles pour les travailleurs du secteur nucléaire, de 2010 à 2014**



Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

Étant donné que les travailleurs du secteur nucléaire doivent manipuler avec leurs mains des substances nucléaires (en lien avec la distribution et l'assurance de la qualité pendant la production de radio-isotopes), les doses aux mains (i.e. les « doses aux extrémités ») de ces travailleurs dans certains sous-secteurs font également l'objet d'une surveillance et d'une limite réglementaire de 500 mSv par année. La figure 35 présente les doses aux extrémités reçues par les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans le sous-secteur des accélérateurs pour la production d'isotopes, de 2010 à 2014. Dans l'ensemble, les doses aux extrémités reçues par ces travailleurs dans ce sous-secteur sont demeurées faibles, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 50 mSv.

**Figure 35 : Rendement du sous-secteur des accélérateurs pour la production d'isotopes – Doses annuelles aux extrémités pour les travailleurs du secteur nucléaire, de 2010 à 2014**



Nota : Il est possible que les pourcentages ne totalisent pas 100 % parce que les chiffres ont été arrondis.

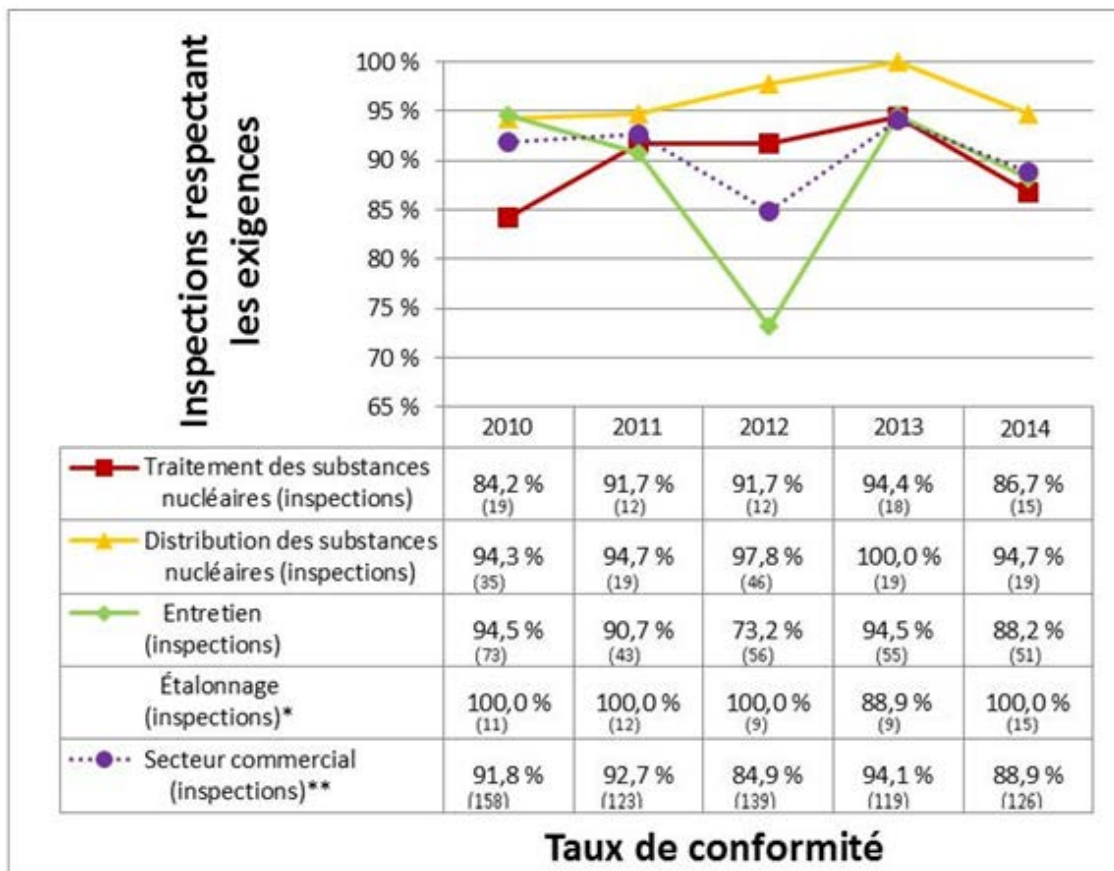
### 8.2.2 Conduite de l'exploitation

En 2014, le secteur commercial affichait un taux de conformité global de 88,9 % dans le domaine de la conduite de l'exploitation, comme l'indique la figure 36. Le rendement de ce secteur dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation a diminué par rapport à 2013. Seul le sous-secteur des services d'étalonnage a affiché une amélioration en 2014. Cette baisse est surtout attribuable aux taux de conformité plus bas dans le sous-secteur de l'entretien et celui du traitement des substances nucléaires.

Les cas de non-conformité observés par le personnel de la CCSN dans le secteur commercial étaient liés au défaut de se conformer aux exigences réglementaires applicables à ce qui suit : les obligations des travailleurs, les épreuves d'étanchéité des sources scellées, l'affichage du permis, le respect des procédures spécifiées dans le permis et la conservation des documents. Au moyen d'une approche graduelle des mesures d'application, le personnel de la CCSN a imposé tout un éventail de mesures de conformité proportionnelles à la gravité des cas de non-conformité en vue de corriger ces situations. Aucun des cas de non-conformité observé n'avait une grande importance pour la sûreté ou nécessitait un renforcement des mesures d'application.

Dans tous les cas, les titulaires de permis ont corrigé ces cas de non-conformité à la satisfaction du personnel de la CCSN.

Figure 36 : Comparaison du rendement du secteur commercial avec des sous-secteurs sélectionnés – Résultats des inspections de la conduite de l'exploitation, de 2010 à 2014<sup>4</sup>



\* Puisqu'il y a eu très peu d'inspections dans le sous-secteur de l'étalonnage, sa courbe de tendance n'est pas affichée.

\*\* Le nombre total d'inspections indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur commercial, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

### 8.2.3 Radioprotection

En 2014, le secteur commercial affichait un taux de conformité global de 93,7 % dans le domaine de la Radioprotection, comme l'indique la figure 37. Le taux de conformité dans ce domaine de sûreté et de réglementation est demeuré sensiblement le même comparativement à 2013.

Les cas de non-conformité observés par le personnel de la CCSN dans le secteur commercial étaient liés à ce qui suit : l'entreposage inadéquat des substances nucléaires, une mise en œuvre inadéquate des mesures visant à maintenir les doses conformément au

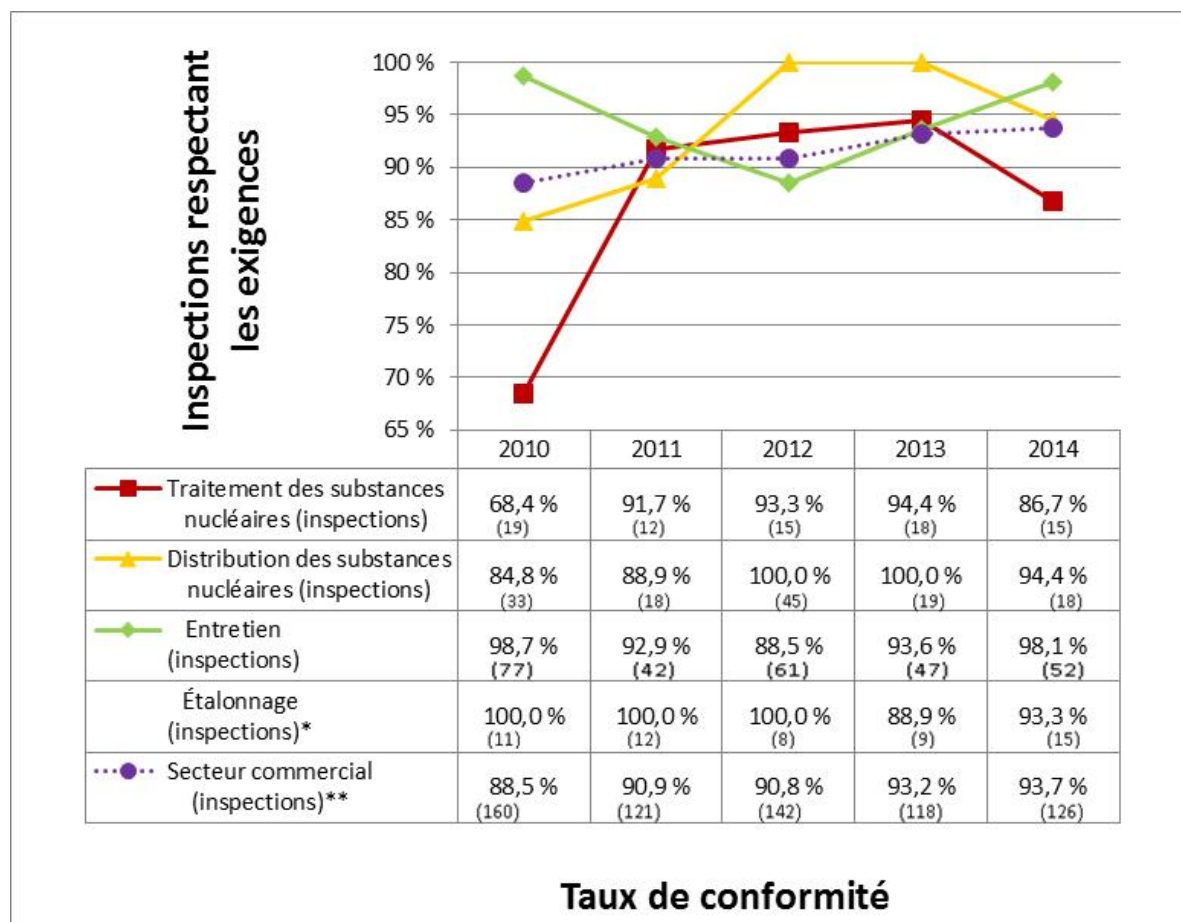
<sup>4</sup> Les cotes de rendement pour la conduite de l'exploitation et la radioprotection du sous-secteur de la production d'isotopes ne sont pas indiquées en raison du faible nombre d'inspections réalisées pendant la période de cinq ans.



principe ALARA, le non-respect des critères de contamination et le défaut d'afficher des panneaux aux limites et aux points d'accès. Au moyen d'une approche graduelle des mesures d'application, le personnel de la CCSN a imposé tout un éventail de mesures de conformité proportionnelles à la gravité des cas de non-conformité en vue de corriger ces situations. Toutefois, aucun des cas de non-conformité observé n'avait une grande importance pour la sûreté ou nécessitait un renforcement des mesures d'application. Voir la section 8.2.4 pour plus d'information.

Dans tous les cas, les titulaires de permis ont corrigé ces cas de non-conformité à la satisfaction du personnel de la CCSN.

**Figure 37 : Comparaison du rendement du secteur commercial avec des sous-secteurs sélectionnés – Résultats des inspections de la radioprotection, de 2010 à 2014**



\* Puisqu'il y a eu très peu d'inspections dans le sous-secteur de l'étalonnage, sa courbe de tendance n'est pas affichée.

\*\* Le nombre total d'inspections indiqué dans cette rangée correspond à celui de l'ensemble du secteur commercial, incluant les sous-secteurs qui ne sont pas mentionnés dans le présent rapport.

### 8.2.4 Mesures d'application

Une mesure d'application renforcée a été imposée à un titulaire de permis dans le secteur commercial en 2014. Il s'agissait d'un ordre à une entreprise fournissant des services d'entretien qui était en possession d'un appareil à rayonnement qui n'était pas mentionné dans le permis. Le titulaire de permis s'est conformé aux conditions de l'ordre et a mis en

œuvre des mesures correctives qui ont été examinées et jugées satisfaisantes par le personnel de CCSN. Les détails de cet ordre se trouvent à la section 4.2.5.

## **9 Installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche**

Selon l'approche de réglementation tenant compte du risque décrite à la section 1 du présent rapport, les deux installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche et exploitées en vertu de permis de la CCSN au Canada, à savoir TRIUMF Accelerators Inc., en Colombie-Britannique, et le Centre canadien de rayonnement synchrotron Inc. (CCRS), en Saskatchewan, entrent dans la catégorie des grandes installations nucléaires. Ces deux installations disposent d'un manuel des conditions de permis et font l'objet d'activités de vérification de la conformité plus fréquentes et plus détaillées que les autres titulaires de permis couverts dans le rapport. Par conséquent, le rendement en matière de conformité concernant ces deux installations est abordé ici d'une manière qui est conforme aux rapports présentés pour les autres grandes installations nucléaires réglementées par la CCSN au Canada.

Au 31 décembre 2014, ce secteur comptait quatre permis délivrés par la CCSN et employait 429 travailleurs du secteur nucléaire.

### **9.1 Rendement global en matière de sûreté et aperçu du secteur**

En se fondant sur son évaluation et sa vérification du rendement des titulaires de permis, le personnel de la CCSN a conclu que le rendement en matière de sûreté des installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche est demeuré stable en 2014.

Les doses de rayonnement reçues par les travailleurs du secteur nucléaire œuvrant dans ce secteur sont demeurées faibles, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 1 mSv.

Les résultats en matière de rendement pour les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche sont classés dans 14 domaines de sûreté et de réglementation, tels que décrits dans la section 3.5. La plupart de ces domaines se sont vu attribuer une cote de conformité « Satisfaisant » en 2014.

La CCSN n'a pris aucune mesure d'application contre ces installations en 2014.

En 2014, les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche ont signalé trois événements à la CCSN. Tous ces événements ont été classés au niveau 0 (aucune importance pour la sûreté) sur l'échelle INES.

#### **9.1.1 Observations, grands projets et développements**

Les deux installations continuent d'étendre la portée de leurs opérations. Par exemple, le projet ARIEL (laboratoire de pointe sur les isotopes rares) de TRIUMF vise la construction d'un accélérateur d'électrons supraconducteur à haute énergie pour accroître les capacités du Canada à produire et à étudier des isotopes utilisés en physique et en médecine. Les essais de mise en service ont débuté en 2014 sur l'accélérateur, et le premier faisceau accéléré a été produit en juillet 2014.

TRIUMF dirige aussi des efforts de collaboration avec plusieurs autres installations canadiennes pour concevoir une autre technologie de production de technétium 99m, l'isotope médical le plus couramment utilisé dans le monde. Ce projet vise à permettre l'utilisation des cyclotrons médicaux existants pour produire du technétium 99m, sans devoir recourir à un réacteur nucléaire. Des renseignements supplémentaires sur ce projet se trouvent sur le [site Web de TRIUMF](#) (en anglais seulement).

Le projet de radio-isotopes à des fins médicales du Centre canadien de rayonnement synchrotron Inc. (CCRS) exploite un accélérateur linéaire d'électrons de 35 MeV et d'une puissance de 40 kW afin de trouver une technologie de remplacement pour la production du molybdène 99 utilisé dans la préparation du technétium 99m. On trouvera des renseignements supplémentaires sur ce projet sur le [site Web du CCRS](#).

Au cours de 2014, on a mis en service le nouvel accélérateur en poussant graduellement sa puissance jusqu'à atteindre 10 kW, la puissance minimale nécessaire pour l'essai de production de molybdène 99. En août 2014, après la mise en service à 10 kW, un permis d'exploitation a été délivré, permettant au CCRS de commencer la production de molybdène 99. La première commande de molybdène 99 devait être traitée et testée par Prairie Isotope Production Enterprise à Winnipeg (Manitoba), le partenaire du CCRS pour le projet de radio-isotopes à des fins médicales; elle a été complétée en novembre 2014.

### 9.1.2 Programme de vérification de la conformité

Les deux installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche ont fait l'objet d'inspections ciblées qui, chaque fois, visaient un ou plusieurs des 14 domaines de sûreté et de réglementation s'appliquant aux installations. Le nombre d'inspections peut varier d'une année à l'autre, allant d'une inspection par installation et pouvant atteindre trois ou quatre inspections, en fonction de la nature ou des activités autorisées menées dans chaque site. En moyenne, chaque installation fait l'objet de deux inspections par année.

Outre les inspections menées sur le site, les activités de vérification de la conformité comprennent un examen des rapports obligatoires présentés par le titulaire de permis. Ce sont les rapports sur les incidents ou événements inhabituels, le suivi des mesures correctives déterminées lors d'inspections précédentes et le rapport annuel de conformité résumant les activités de l'installation. Les paramètres figurant dans les rapports annuels de conformité de TRIUMF et du CCRS comprennent entre autres :

- les activités majeures de vérification de la conformité sur le plan de la sûreté et de la réglementation entreprises par divers groupes de travail et comités importants
- les modifications et améliorations importantes apportées à l'installation et aux systèmes de sûreté connexes
- les résultats du contrôle continu des débits de dose de rayonnement dans toute l'installation
- l'essai et l'étalonnage des appareils de surveillance des rayonnements et des systèmes de contrôle de l'accès

- les doses de rayonnement reçues par l'ensemble des membres du personnel et des entrepreneurs
- les statistiques relatives à l'exploitation des accélérateurs
- l'inventaire des sources scellées
- les rejets du site et les résultats de la surveillance environnementale
- les plans concernant toute modification importante du site à venir

## **9.2 Résultats du rendement en matière de sûreté et tendances**

### **9.2.1 Doses aux travailleurs**

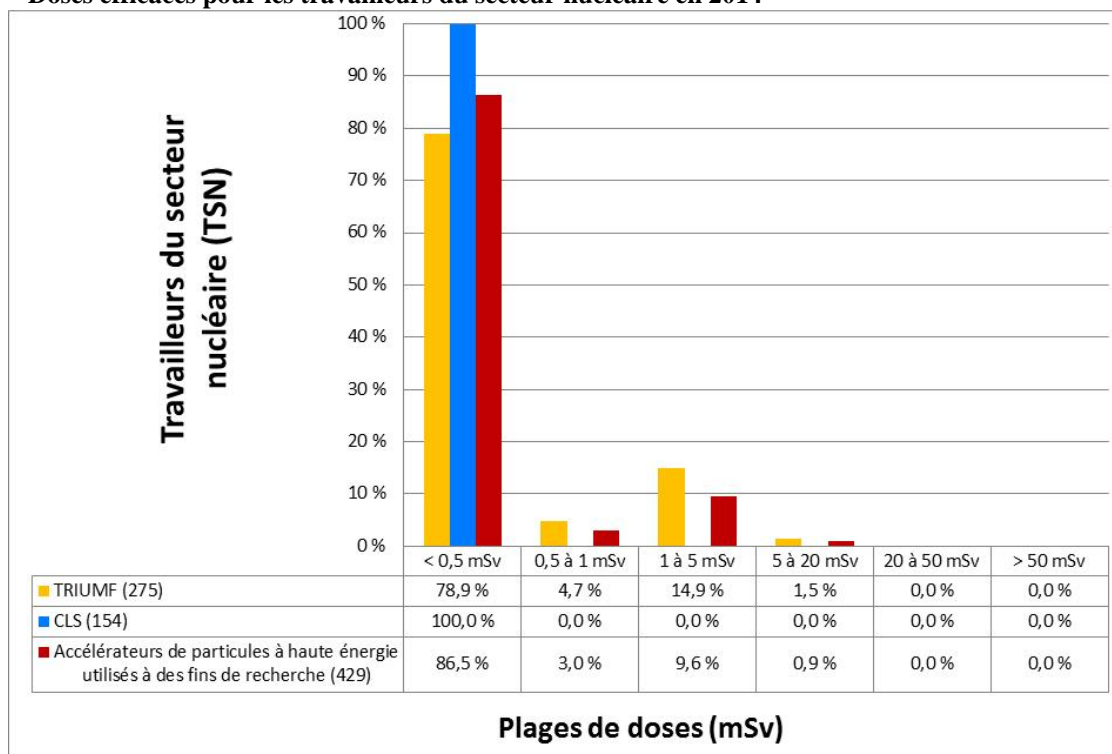
Dans les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche, les doses reçues par les travailleurs du secteur nucléaire sont demeurées faibles, la majorité d'entre eux ayant reçu des doses inférieures à 1 mSv par année.

La figure 38 permet de comparer les différences dans les doses reçues par les travailleurs de TRIUMF et ceux du CCRS. Comme l'indique la figure, les doses reçues par les travailleurs du secteur nucléaire du CCRS sont généralement bien plus faibles que celles reçues par les travailleurs du secteur nucléaire de TRIUMF. Cela découle de la nature fondamentalement différente des accélérateurs utilisés et des activités autorisées menées dans ces deux installations.

La dose collective reçue par tous les travailleurs du secteur nucléaire de TRIUMF s'élevait à 143 mSv, et cette dose a continué à suivre la tendance décroissante qui se poursuit depuis une décennie. La dose totale reçue par tous les travailleurs a atteint son niveau le plus bas des 35 dernières années d'exploitation. La dose maximale individuelle était de 6,3 mSv, et la dose maximale cumulative reçue par tout travailleur du secteur nucléaire au cours de la présente période de dosimétrie de cinq ans (de 2011 à 2015) était de 24,3 mSv.

La dose collective reçue par tous les travailleurs du secteur nucléaire du CCRS était de 1,1 mSv et elle était conforme aux résultats des années précédentes. La dose maximale individuelle était de 0,14 mSv, et la dose maximale cumulative reçue par tout travailleur du secteur nucléaire au cours de la présente période de dosimétrie de cinq ans (de 2011 à 2015) était inférieure à 1,0 mSv.

**Figure 38 : Installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche – Doses efficaces pour les travailleurs du secteur nucléaire en 2014**



### 9.2.2 Rendement en matière de conformité

En 2014, TRIUMF a fait l'objet de quatre inspections du personnel de la CCSN qui visaient les domaines de sûreté et de réglementation suivants :

- gestion de la performance humaine
- gestion des déchets
- sécurité
- garanties

De plus, les inspections ont porté sur les éléments suivants : les questions de santé et de sécurité classiques, le plan préliminaire de déclassement et les garanties financières connexes. L'une des inspections était principalement axée sur le suivi des mesures correctives liées aux incidents signalés touchant des aspects de plusieurs domaines de sûreté et de réglementation.

TRIUMF devait mettre en œuvre des mesures correctives pour régler 11 cas de non-conformité observés lors de ces inspections et des examens de rapports d'événements. En outre, quatre recommandations visaient l'amélioration éventuelle de diverses procédures et une recommandation visait la mise à niveau des systèmes de verrouillage de sûreté.

Avant la fin de 2014, le titulaire de permis avait entièrement mis en œuvre trois mesures correctives concernant la sécurité du site et une mesure corrective liée au signalement d'incidents. On a avisé TRIUMF des sept autres mesures correctives à prendre en novembre et décembre 2014. TRIUMF avait déjà mis en œuvre des mesures correctives

pour atténuer tout risque à la sécurité du personnel, et toutes les mesures requises étaient des mesures à long terme pour éviter que les cas de non-conformité observés ne se reproduisent. Elles concernent la révision des procédures et des documents, la formation de recyclage du personnel et la vérification interne des opérations de TRIUMF.

Le personnel de la CCSN surveille la mise en œuvre des autres mesures correctives, et il estime que des progrès acceptables ont été observés jusqu'ici. Il est prévu que la mise en œuvre de toutes les mesures soit terminée d'ici le milieu de 2015. TRIUMF a déjà indiqué que les cinq recommandations seraient mises en œuvre.

Les effluents gazeux et liquides de substances nucléaires rejetés par le site sont demeurés stables, à des niveaux normaux et extrêmement faibles qui correspondent aux niveaux prévus pour TRIUMF. Les rejets totaux en provenance du site s'élevaient à 1,6 % des limites de rejet dérivées, ce qui correspond à une dose maximale de 0,016 mSv ou à 1,6 % de la limite réglementaire pour la population en général.

En 2014, le CCRS a fait l'objet d'une inspection qui portait principalement sur les éléments suivants :

- gestion de la performance humaine
- programme de radioprotection
- projet de radio-isotopes à des fins médicales

Le CCRS devait mettre en œuvre des mesures correctives pour régler sept cas de non-conformité relevés au cours de l'inspection. Aucun de ces cas de non-conformité ne posait de risque important pour les travailleurs, le public, l'environnement ou le maintien de la sécurité. Le CCRS a appliqué toutes les mesures correctives requises de manière satisfaisante.

Le CCRS ne rejette aucun effluent gazeux et liquide de substances nucléaires.

Les cotes de rendement de TRIUMF et du CCRS sont classées dans 14 domaines de sûreté et de réglementation. Ces cotes découlent des activités de vérification de la conformité, des événements signalés et des mesures d'application décrites dans les trois sections précédentes. Le tableau 6 présente un résumé des cotes de rendement de TRIUMF et du CCRS pour l'année 2014.

**Tableau 6 : Cotes de rendement pour les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche**

Domaine de sûreté et de réglementation	TRIUMF			CCRS		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Système de gestion	SA	SA	IA	SA	IA	SA
Gestion de la performance humaine	SA	SA	IA	SA	IA	SA
Conduite de l'exploitation	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Analyse de la sûreté	SA	SA	SA	SA	SA	ES
Conception physique	SA	SA	SA	SA	SA	ES
Aptitude fonctionnelle	SA	IA	SA	SA	SA	ES
Radioprotection	SA	SA	ES	SA	SA	ES
Santé et sécurité classiques	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Protection de l'environnement	SA	SA	SA	SA	SA	ES
Gestion des urgences et protection-incendie	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Gestion des déchets	SA	SA	SA	SA	SA	ES
Sécurité	SA	SA	SA	SA	SA	ES
Garanties et non-prolifération	SA	SA	ES	Sans objet <sup>5</sup>		
Emballage et transport	SA	SA	SA	SA	SA	ES

Nota : Les cotes de rendement sont les suivantes : Inacceptable (IN), Inférieur aux attentes (IA), Satisfaisant (SA) ou Entièrement satisfaisant (ES).

### 9.2.3 Mesures d'application

En 2014, aucune mesure d'application n'a été imposée à ces deux installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche.

### 9.2.4 Événements et incidents signalés

En 2014, trois événements sont survenus dans les installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche, dont deux à TRIUMF et un au CCRS. Tous étaient classés au niveau 0 (aucune importance pour la sûreté) sur

<sup>5</sup> Puisque le CCRS ne mène pas d'activités autorisées soumises à des obligations en matière de garanties, aucune cote n'a été attribuée à ce domaine de sûreté et de réglementation.



l'échelle INES. L'événement signalé par le CCRS était lié au contournement non approuvé d'un élément d'un composant d'un système de sûreté. Les deux événements signalés par TRIUMF étaient liés à :

- la défaillance de la fenêtre d'une cible a entraîné le rejet involontaire d'une petite quantité de substances nucléaires par le système d'échappement nucléaire
- une brèche dans la clôture du site et le vol de cuivre recyclé non radioactif du site

En février 2014, le CCRS a signalé que l'avertisseur d'alarme du système de surveillance du niveau d'oxygène situé dans la salle de commande avait été désactivé temporairement par les opérateurs en raison d'un problème persistant de fausses alarmes. Les opérateurs ont mis en œuvre une procédure d'inspection visuelle du dispositif de surveillance du niveau d'oxygène comme mesure temporaire pendant que l'alarme était désactivée. Quoique ce cas de non-conformité n'ait aucune incidence locale sur le fonctionnement des alarmes sonores et visuelles situées dans chacune des sept zones faisant l'objet d'une surveillance du niveau d'oxygène, il réduit l'efficacité générale de la défense en profondeur du système. Le CCRS a par la suite offert une nouvelle formation aux opérateurs afin de souligner l'importance de ne jamais désactiver le système d'alarme. Le CCRS procède actuellement au remplacement du système défectueux qui a donné lieu à de fausses alarmes récurrentes. Le personnel de la CCSN a assuré le suivi de cet incident dans le cadre de l'inspection de 2014. Il a établi que les mesures correctives prises par le CCRS sont suffisantes pour éviter que ce type d'incident se produise de nouveau à l'avenir.

En avril 2014, TRIUMF a signalé que pendant deux essais d'irradiation consécutifs, jusqu'à 44 gigabecquerels (GBq) de krypton 79, un sous-produit gazeux, avaient été involontairement rejetés à cause de la défaillance de la fenêtre d'une cible nouvellement modifiée servant à la production de strontium 82 et de rubidium 82, des isotopes utilisés à des fins médicales. On a estimé la dose maximale reçue par le public à la suite de ces rejets à 0,00043 mSv, ou moins de 0,1 % de la limite de dose réglementaire pour le public. La dose maximale potentielle sur le site reçue par le personnel de TRIUMF était estimée à moins de 0,015 mSv, ce qui, encore ici, est inférieur à 0,1 % de la limite de dose réglementaire applicable pour les travailleurs du secteur nucléaire. TRIUMF a suspendu tous les essais supplémentaires de la cible. Les examens subséquents ont indiqué que la défaillance était attribuable à un stress thermique imprévu imposé à la fenêtre de la cible. On procède actuellement au remodelage de la cible afin de régler le problème. TRIUMF a suspendu l'utilisation de la cible le temps de terminer la nouvelle conception et de soumettre les documents connexes à l'examen du personnel de la CCSN.

En décembre 2014, TRIUMF a signalé une brèche dans la clôture périphérique à proximité de son dépôt de recyclage de ferraille et qu'une quantité de cuivre recyclé avait été volée à cet endroit. Aucun accès aux aires de travail radiologiques du site n'a été signalé. Par la suite, des mesures de sécurité supplémentaires ont été mises en œuvre dans cette zone.

Outre ces deux événements, en septembre 2014, TRIUMF a signalé un « accident évité de justesse » pour lequel un travailleur de la nouvelle installation d'accélérateur d'électron ARIEL n'a pas été recensé pendant la vérification visuelle précédant le verrouillage des entrées du couloir d'électrons. Cette vérification visuelle est effectuée

systématiquement afin de s'assurer qu'il n'y a plus personne dans la voûte de l'accélérateur avant de démarrer l'accélérateur. Une fois que la vérification et le verrouillage sont terminés, il y a un délai pendant lequel le signal d'alarme préalable à l'irradiation est activé. Ensuite, on peut mettre l'accélérateur sous tension pour commencer à le conditionner et à le stabiliser avant d'effectivement injecter les électrons pour produire un faisceau accéléré. Le travailleur a réagi de manière convenable à l'alarme avertissant de l'irradiation imminente qui a retenti pendant la séquence préparatoire au démarrage de l'accélérateur, et la séquence de démarrage a été interrompue automatiquement par le système de verrouillage des portes lorsque le travailleur est sorti de la zone. Le travailleur n'a pas été exposé au rayonnement dans le cadre de l'événement. L'enquête interne de TRIUMF liée à l'incident a permis de recenser plusieurs facteurs contributifs, dont des lacunes dans la mise en œuvre des procédures, une formation inadéquate et le mauvais positionnement des interrupteurs de recherche qui auraient autrement permis de détecter la présence du travailleur pendant la vérification visuelle de l'entrée du couloir d'électrons. TRIUMF a volontairement suspendu toutes les activités de l'accélérateur linéaire d'électrons pour le reste de 2014, en attendant l'achèvement de la mise en œuvre des mesures correctives visant à combler ces lacunes.

### **En résumé**

Aucun de ces trois événements signalés – ni l'« accident évité de justesse » – n'ont eu d'effets radiologiques néfastes sur l'environnement ni fait en sorte que des travailleurs ou des membres du public ont reçu des doses supérieures aux limites réglementaires applicables. Dans tous les cas, les titulaires de permis concernés ont mis en œuvre des mesures adéquates pour atténuer les conséquences des événements et limiter la radioexposition des travailleurs et les incidences radiologiques sur l'environnement. Le personnel de la CCSN a examiné toutes ces mesures et les a jugées satisfaisantes.

## **9.2.5 Mesures d'autorisation**

Les permis d'exploitation que la CCSN a délivré à TRIUMF et au CCRS comprennent un manuel des conditions de permis qui définit les documents clés et les critères de conformité de chaque installation. Le pouvoir d'apporter des changements au manuel des conditions de permis a été délégué par la Commission à un fonctionnaire désigné à condition que ces changements ne réduisent pas le niveau de sûreté globale de l'installation.

Dans le cas de TRIUMF, on a regroupé de multiples changements en une série de révisions du manuel des conditions de permis en 2014. Certains de ces changements étaient de nature administrative, dont des mises à jour aux documents de TRIUMF concernant :

- les procédures d'étalonnage du système de surveillance de la qualité de l'air rejeté
- les procédures d'emballage et de transport des substances nucléaires

Trois de ces changements étaient liés aux activités de l'installation et à la production d'isotopes à des fins médicales et de recherche. Les voici :

- l'ajout d'un nouveau rapport d'analyse de la sûreté visant l'utilisation de cibles d'oxyde de thorium de concert avec le système de cibles d'actinide de l'accélérateur ISAC, y compris l'acceptation du plan proposé pour mener un seul essai à faible courant sur une cible d'oxyde de thorium
- une augmentation de la limite de production de l'isotope médical technétium 99m, qui a permis à TRIUMF de mener des essais de production avec l'un des deux cyclotrons de production d'isotopes médicaux TR 30
- des changements aux limites d'exportation de plusieurs « sous-produits » d'isotopes contenus dans la cible de chlorure de potassium utilisée pour produire du silicium 32, lequel est utilisé en recherche océanographique et est expédié à des fins de traitement au laboratoire national de Los Alamos, aux États-Unis

Le manuel des conditions de permis du CCRS a été modifié pour la première fois en 2014. Ces modifications comprenaient la mise à jour de différents documents du CCRS, afin de citer en référence les versions les plus récentes. Toutes les révisions effectuées étaient de nature administrative.

## 10 Conclusion

En 2014, le personnel de la CCSN a poursuivi ses activités de surveillance réglementaire des titulaires de permis dans les quatre secteurs d'activités nucléaires (médical, industriel, universitaire et recherche, et commercial) et des deux installations d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche qui sont réglementés par la CCSN. Le personnel de la CCSN a réalisé des activités de vérification de la conformité comprenant des inspections sur le terrain, des examens de documents et des évaluations techniques des activités autorisées. Il a conclu que l'utilisation des substances nucléaires au Canada est sûre. Les évaluations des constatations relativement aux domaines de sûreté et de réglementation couverts dans ce rapport indiquent que, dans l'ensemble, les titulaires de permis ont pris les mesures voulues pour préserver la sûreté, la santé et la sécurité des Canadiens, pour protéger l'environnement, et pour respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation des substances nucléaires.

Les doses reçues par les travailleurs sont demeurées faibles en 2014. La tendance demeure stable par rapport aux années précédentes. Dans l'ensemble, plus de 99,9 % de tous les travailleurs – travailleurs du secteur nucléaire et autres travailleurs – ont reçu des doses inférieures aux limites de dose réglementaires applicables de la CCSN. Aucun des travailleurs du secteur nucléaire n'a reçu de dose supérieure à la limite de 50 mSv pour une période de dosimétrie d'un an ou supérieure à la limite de 100 mSv pour une période de dosimétrie de cinq ans.

Il y a eu deux événements distincts au cours desquels des travailleurs (des travailleurs qui ne sont pas des travailleurs du secteur nucléaire) ont reçu des doses excédant la limite de dose réglementaire annuelle de 1 mSv. Dans les deux cas, les titulaires de permis concernés sont intervenus conformément au *Règlement sur la radioprotection*. Aucun de ces deux événements n'a eu d'effet néfaste immédiat sur la santé des travailleurs.

En 2014, le personnel de la CCSN a réalisé 1 453 inspections pour vérifier la conformité des titulaires de permis aux exigences réglementaires de la CCSN. Les quatre secteurs ont continué de démontrer un rendement positif : 88,4 % des titulaires de permis inspectés ont fait preuve de conformité dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation et 89,1 % dans le domaine de sûreté et de réglementation de la Radioprotection. Le rendement pour le domaine de sûreté et de réglementation de la Sécurité a été signalé pour la première fois dans le présent rapport. Le personnel de la CCSN a observé que 94,8 % des titulaires de permis avaient mis en œuvre des dispositions adéquates en matière de sécurité.

Dans l'ensemble, les titulaires de permis ont démontré un niveau de conformité « Satisfaisant » dans les domaines de sûreté et de réglementation de la Conduite de l'exploitation, de la Radioprotection et de la Sécurité. Les titulaires de permis qui ne respectaient pas les exigences ont pris des mesures correctives appropriées pour régler les cas de non-conformité révélés lors des inspections. Le personnel de la CCSN a assuré un suivi systématique de tous les cas de non-conformité jusqu'à ce que les titulaires de permis aient pris les mesures qui s'imposaient pour les corriger de manière satisfaisante. Le personnel de la CCSN a examiné les mesures correctives prises par les titulaires de permis en 2014 et les a jugées satisfaisantes.

En 2014, le rendement en matière de sûreté du Centre canadien de rayonnement synchrotron (CCRS), une installation d'accélérateurs de particules à haute énergie utilisés à des fins de recherche, a été coté « Satisfaisant » ou « Entièrement satisfaisant » pour les 14 domaines de sûreté et de réglementation évalués par le personnel de la CCSN. Pour l'installation TRIUMF, deux des 14 DSR évalués ont été cotés « Inférieur aux attentes », tandis que les 12 autres DSR ont obtenu la cote « Satisfaisant » ou « Entièrement satisfaisant ».

En 2014, la CCSN a pris 19 mesures d'application renforcées contre des titulaires de permis dans les quatre secteurs couverts par ce rapport, soit 12 ordres et 7 sanctions administratives pécuniaires. Tous les titulaires de permis auxquels un ordre a été délivré se sont conformés aux conditions de l'ordre et ont mis en œuvre des mesures correctives. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes. Toutes les sanctions administratives pécuniaires ont été payées.

Il n'y a eu aucun retrait de l'accréditation à des opérateurs d'appareil d'exposition ni de retrait de l'accréditation à des responsables de la radioprotection dans les installations nucléaires de catégorie II en 2014.

En 2014, la CCSN a adopté l'Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (échelle INES) pour classer les événements signalés dans le secteur des substances nucléaires. Des 147 événements signalés à la CCSN en 2014 en lien avec des substances nucléaires, la vaste majorité (141) ont été classés au niveau 0 (aucune importance pour la sûreté) sur l'échelle INES. Cinq événements ont été classés au niveau 1 (anomalie), en raison de la quantité de substances nucléaires en cause et du type d'événement signalé (perte de substances nucléaires). Enfin, un événement a été classé au niveau 2 (incident) et concernait des membres du public qui avaient reçu des doses de rayonnement supérieures à 1 mSv, soit la limite de dose fixée pour la population en général. Cet événement ne devrait entraîner aucun effet néfaste sur la santé.

Aucun rejet de substances nucléaires n'a eu d'incidences radiologiques néfastes sur l'environnement ou ne s'est soldé par l'exposition d'une personne à une dose supérieure à la limite réglementaire fixée pour les membres du public.

Pour tous les événements signalés, les titulaires de permis ont mis en œuvre des mesures appropriées afin d'atténuer les conséquences de ces événements et de limiter la radioexposition des travailleurs et du public. Le personnel de la CCSN a examiné ces mesures et les a jugées satisfaisantes.

En 2015, la CCSN continuera de centrer ses efforts sur une surveillance réglementaire efficace, en mettant davantage l'accent sur la gestion des stocks, les mesures de contrôle de la contamination et les rapports d'événements.

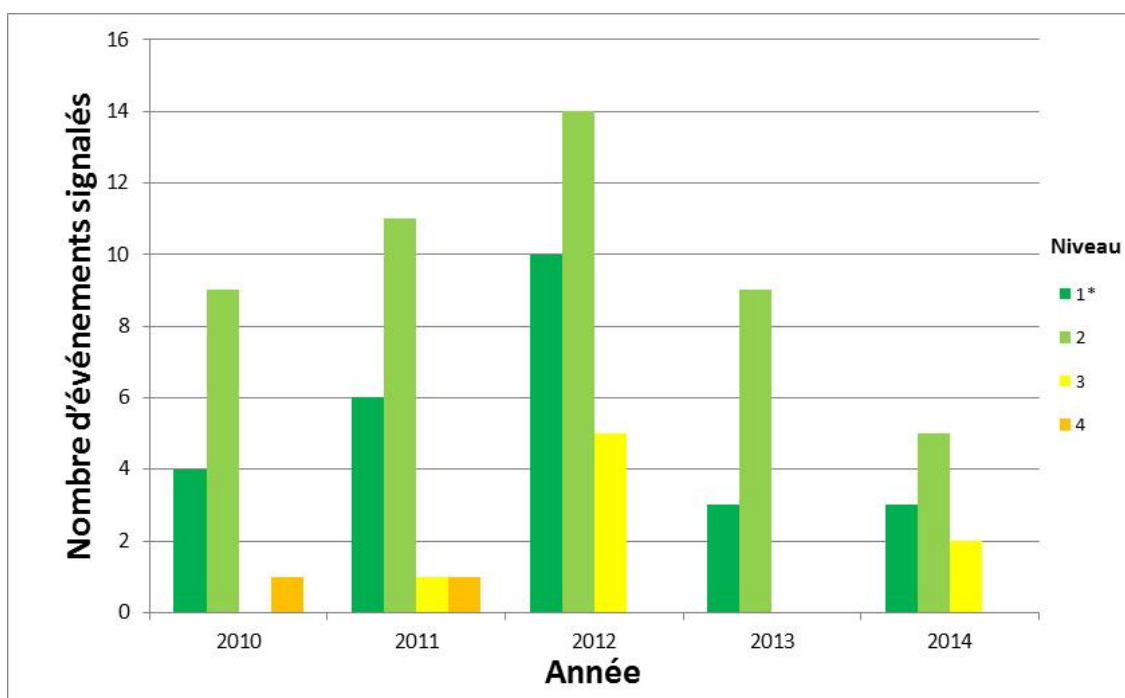
## Annexe A : Classement sur l'échelle INES des événements associés aux substances nucléaires

L'Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES) a été révisée en 2006 afin d'inclure les événements associés à des substances nucléaires. Depuis cette révision, un certain nombre de pays signalent ces types d'événements à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

La figure 39 et le tableau 7 indiquent le nombre d'événements mettant en cause des substances nucléaires qui ont été signalés à l'AIEA entre 2010 et 2014, ainsi que leur classement correspondant.

Un examen de tous les événements présentés dans le graphique ci-dessous montre que le classement établi par le personnel de la CCSN pour les événements mentionnés dans le présent rapport est conforme à la pratique internationale.

**Figure 39 : Nombre d'événements associés à des substances nucléaires signalés à l'AIEA et classés sur l'échelle INES, de 2010 à 2014**



\*Nota : Conformément à l'orientation établie par l'AIEA, ce ne sont pas tous les pays qui signalent les événements inférieurs au niveau 2.

Tableau 7 : Nombre d'événements associés à des substances nucléaires signalés par année, de 2010 à 2014

Année	Cote	Nombre d'États membres* qui ont affiché de l'information sur des événements	Total des événements affichés
2010	Niveau 1	2	4
	Niveau 2	7	9
	Niveau 3	0	0
	Niveau 4	1	1
2011	Niveau 1	6	6
	Niveau 2	5	11
	Niveau 3	1	1
	Niveau 4	1	1
2012	Niveau 1	8	10
	Niveau 2	7	14
	Niveau 3	3	5
	Niveau 4	0	0
2013	Niveau 1	3	3
	Niveau 2	6	9
	Niveau 3	0	0
	Niveau 4	0	0
2014	Niveau 1	3	3
	Niveau 2	3	5
	Niveau 3	2	2
	Niveau 4	0	0

\*Autriche, Australie, Belgique, Bulgarie, République tchèque, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Inde, Iran, Italie, Liban, Pakistan, Pérou, Pologne, Espagne, Corée du Sud, Sri Lanka, Suède, Suisse, États-Unis.



## Annexe B : Conventions d'appellation des domaines de sûreté et de réglementation

Les domaines de sûreté et de réglementation (DSR) présentés dans ce rapport reflètent la nomenclature standardisée et les conventions d'appellation adoptées pour les activités autorisées de la CCSN (voir la colonne 1 du tableau 8). Pour des raisons historiques, une convention d'appellation modifiée pour les DSR (voir la colonne 2 du tableau 8) est utilisée dans le cadre des inspections des activités utilisant des substances nucléaires (p. ex. appareils à rayonnement avec substances nucléaires) analysées dans ce rapport. Dans un avenir rapproché, la CCSN compte adopter la convention d'appellation standardisée pour tous les types de titulaire de permis qui utilisent des substances nucléaires. Ce ne sont pas tous les DSR qui sont pertinents pour les inspections.

**Tableau 8 : Différences entre les conventions d'appellation des domaines de sûreté et de réglementation (pour les activités réglementées de la CCSN) et pour les inspections des activités utilisant des substances nucléaires.**

Domaine de sûreté et de réglementation	Domaine de sûreté et de réglementation : Rapports d'inspections
Système de gestion	- Organisation et gestion - Gestion de la qualité
Gestion de la performance humaine	- Formation et certification
Conduite de l'exploitation	- Procédure d'exploitation
Analyse de la sûreté	- Design de blindage d'une installation - Système de sûreté d'une installation
Conception physique	- Design de blindage d'une installation - Système de sûreté d'une installation
Aptitude fonctionnelle	- Moniteurs à l'entrée - Alarmes et état d'opération - Indicateurs de faute
Radioprotection	- Radioprotection
Santé et sécurité classiques	- Santé et sécurité non radiologiques
Protection de l'environnement	- Protection de l'environnement
Gestion des urgences et protection-incendie	- Urgences et événements imprévus - Protection contre les incendies
Gestion des déchets	- Protection de l'environnement
Sécurité	- Sécurité
Garanties et non-prolifération	- Obligations et garanties internationales
Emballage et transport	- Emballage et transport

## **Annexe C : Abréviations et glossaire**

### **Abréviations**

#### **ALARA**

De l'anglais *As Low As Reasonably Achievable*; signifie le « niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre »

#### **CCRS**

Centre canadien de rayonnement synchrotron Inc.

#### **CCSN**

Commission canadienne de sûreté nucléaire

#### **GeV**

gigaélectron-volt

#### **GBq**

gigabecquerels

#### **INES**

Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (ou échelle INES)

#### **LSRN**

*Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*

#### **MBq**

mégabecquerel

#### **MeV**

mégaélectron-volt

#### **mSv**

millisievert

#### **PRIM**

Projet de radio-isotopes à des fins médicales

#### **TRIUMF**

TRIUMF Accelerators Inc.

#### **TSN**

travailleur du secteur nucléaire

## Glossaire

### **accélérateur linéaire médical**

Accélérateur qui produit des photons de haute énergie (rayons X) à des fins thérapeutiques en émettant des doses contrôlées de rayonnement dans un faisceau aux dimensions délimitées. (*medical linear accelerator*)

### **appareil à rayonnement**

Appareil qui contient une substance nucléaire en quantité supérieure à la quantité d'exemption et qui permet d'utiliser les propriétés de rayonnement de la substance nucléaire à différentes fins (gammagraphie industrielle, exploration pétrolière, construction routière, procédés industriels, etc.) (*radiation device*)

### **appareil d'exposition**

Appareil à rayonnement qui est conçu pour être utilisé en gammagraphie, y compris ses accessoires, notamment l'assemblage de source scellée, le mécanisme de commande, le tube de guidage d'assemblage de source scellée et la tête d'exposition. (*exposure device*)

### **autre travailleur**

Travailleur qui n'a pas été désigné comme « travailleur du secteur nucléaire » (défini plus loin) et qui est assujéti à la limite de dose réglementaire pour la population en général, fixée à 1 mSv par année. (*other worker*)

### **cyclotron**

Accélérateur de particules qui augmente la vitesse des particules les entraînant dans un mouvement circulaire jusqu'à ce qu'elles atteignent une cible située sur le périmètre du cyclotron. Certains cyclotrons servent à produire des isotopes médicaux. (*cyclotron*)

### **dose efficace**

Somme, exprimée en sieverts, des valeurs dont chacune représente le produit de la dose équivalente reçue par un organe ou un tissu, et engagée à leur égard, par un facteur de pondération approprié établi pour chacun de ces organes ou tissus. (*effective dose*)

### **équipement réglementé**

Équipement réglementé en vertu de l'article 20 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*. (*prescribed equipment*)

### **jauge nucléaire fixe**

Appareil à rayonnement qui est attaché à une structure et qui permet d'utiliser les propriétés de rayonnement de la substance nucléaire qu'il contient pour mesurer des paramètres en lien avec un procédé (par exemple, le débit de liquide ou le niveau de liquide). (*fixed nuclear gauge*)

### **jauge nucléaire portative**

Appareil à rayonnement portatif qui permet d'utiliser les propriétés de rayonnement de la substance nucléaire qu'il contient pour mesurer les propriétés des matériaux (épaisseur, densité, teneur en eau, etc.). (*portable nuclear gauge*)

**mesures d'application**

Ensemble des moyens pris pour rétablir la conformité aux exigences réglementaires.  
(*enforcement actions*)

**période de dosimétrie d'un an**

Période d'une année civile commençant le 1<sup>er</sup> janvier de l'année suivant celle de l'entrée en vigueur du *Règlement sur la radioprotection*, et toutes les périodes subséquentes d'une année civile. (*one-year dosimetry period*)

**période de dosimétrie de cinq ans**

Période de cinq années civiles commençant le 1<sup>er</sup> janvier de l'année suivant celle de l'entrée en vigueur du *Règlement sur la radioprotection*, et toutes les périodes subséquentes de cinq années civiles. (*five-year dosimetry period*)

**produit radiopharmaceutique**

Médicament qui contient une substance radioactive utilisée en imagerie médicale ou pour le traitement du cancer. (*radiopharmaceutical*)

**rayonnement naturel**

Rayonnement qui est émis par des matières radioactives présentes à l'état naturel dans le sol ou provenant de rayons cosmiques. (*natural background radiation*)

**recommandation**

Suggestion présentée par écrit qui conseille d'apporter une amélioration fondée sur une pratique exemplaire. Étant donné qu'elle n'a pas pour motif de signaler un cas de non-conformité aux exigences réglementaires, son destinataire n'est pas tenu de l'accepter. (*recommendation*)

**source orpheline**

Source, trouvée dans le domaine public, qui n'a aucun propriétaire responsable ou qui appartient à une personne ne pouvant être tenue responsable de son entreposage ou de son évacuation en toute sécurité. (*orphaned source*)

**source non scellée**

Substance nucléaire radioactive qui n'est pas contenue dans une enveloppe scellée ou munie d'un revêtement auquel elle est liée. (*unsealed source*)

**source retirée du service**

Source désaffectée par le titulaire de permis, mais qui demeure entreposée pour différentes raisons. (*disused source*)

**source scellée**

Substance nucléaire radioactive qui est enfermée dans une enveloppe scellée ou munie d'un revêtement auquel elle est liée, l'enveloppe ou le revêtement présentant une résistance suffisante pour empêcher tout contact avec la substance ou la dispersion de celle-ci dans les conditions d'emploi pour lesquelles l'enveloppe ou le revêtement a été conçu. (*sealed source*)

**technologue en médecine nucléaire**

Technologue en médecine nucléaire qui est accrédité par l'Association canadienne des technologues en radiation médicale. Le technologue en médecine nucléaire travaille dans le domaine de la médecine nucléaire et exécute différentes fonctions (préparation et administration de produits radiopharmaceutiques, prise d'images de différents organes et structures corporelles, utilisation d'ordinateurs permettant de traiter les données et améliorer les images, analyse d'échantillons biologiques, etc.) en étroite collaboration avec tous les membres de l'équipe soignante. (*nuclear medicine technologist*)

**travailleur du secteur nucléaire**

Personne qui, du fait de sa profession ou de son occupation et des conditions dans lesquelles elle exerce ses activités, si celles-ci sont liées à une substance ou une installation nucléaire, risque vraisemblablement de recevoir une dose de rayonnement supérieure à la limite réglementaire pour la population en général, fixée à 1 mSv par année. (*nuclear energy worker*)