





# 10

## Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires et la sécurité des sources



Les utilisations industrielles,  
de recherche et vétérinaires  
des sources radioactives

Les utilisations industrielles,  
de recherche et vétérinaires  
des appareils électriques  
émettant des rayonnements  
ionisants

La réglementation des  
installations industrielles,  
de recherche et vétérinaires

Les principaux incidents  
en 2013

L'appréciation  
sur la radioprotection  
dans les domaines industriel,  
de recherche et vétérinaire  
et perspectives

<b>1</b>	<b>Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources radioactives</b>	<b>317</b>
1-1	Les sources radioactives scellées	
1-1-1	L'irradiation industrielle	
1-1-2	Le contrôle non destructif	
1-1-3	Le contrôle de paramètres physiques	
1-1-4	L'activation neutronique	
1-1-5	Les autres applications courantes	
1-2	Les sources radioactives non scellées	
1-3	Les fabricants et distributeurs de sources radioactives	
<b>2</b>	<b>Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants</b>	<b>321</b>
2-1	Les applications industrielles	
2-2	Le radiodiagnostic vétérinaire	
2-3	Les accélérateurs de particules	
2-4	Les autres appareils électriques émettant des rayonnements ionisants	
<b>3</b>	<b>La réglementation des installations industrielles, de recherche et vétérinaires</b>	<b>325</b>
3-1	Les Autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants	
3-2	Les autorisations et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins non médicales	
3-2-1	La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales	
3-2-2	Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables	
3-2-3	Les statistiques de l'année 2013	
3-3	Les activités non justifiées ou interdites	
3-3-1	L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction	
3-3-2	L'application du principe de justification pour les activités existantes	
3-4	Le renforcement de la réglementation des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants	
3-5	La détection de la radioactivité en France	
3-6	La mise en place d'un contrôle de la protection des sources radioactives contre les actes de malveillance	
<b>4</b>	<b>Les principaux incidents en 2013</b>	<b>332</b>
<b>5</b>	<b>L'appréciation sur la radioprotection dans les domaines industriel, de recherche et vétérinaire, et perspectives</b>	<b>334</b>

L'industrie, la recherche mais aussi de nombreux autres secteurs utilisent depuis longtemps des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications et de lieux d'utilisation. L'enjeu de la réglementation relative à la radioprotection actuellement en vigueur est de contrôler que la protection des travailleurs, du public et de l'environnement est correctement assurée. Cette protection passe notamment par la maîtrise de la gestion des sources et par le suivi de leurs conditions de détention, d'utilisation et d'élimination, depuis leur fabrication jusqu'à leur fin de vie. Elle passe également par la responsabilisation et le contrôle d'acteurs centraux : les fabricants et les fournisseurs des sources.

Le cadre réglementaire des activités nucléaires en France a fait l'objet de profondes refontes et d'un renforcement au cours de ces dernières années. Il s'inscrit dans le code du travail et le code de la santé publique et oriente l'action de contrôle dont l'ASN a la responsabilité.

Les sources de rayonnements mises en œuvre proviennent soit de radionucléides – essentiellement artificiels – en sources scellées ou non, soit d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants. Les applications présentées dans ce chapitre concernent la fabrication et la distribution de sources, les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires (les activités médicales sont présentées dans le chapitre 9) et les activités ne relevant pas du régime des installations nucléaires de base (celles-ci sont présentées dans les chapitres 12, 13 et 14).

## 1

## Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources radioactives

## 1-1

### Les sources radioactives scellées

Les principales utilisations des sources radioactives scellées (sources dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant) sont présentées ci-après.

#### 1-1-1 L'irradiation industrielle

L'irradiation industrielle est mise en œuvre pour la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits pharmaceutiques ou cosmétiques et la conservation de produits alimentaires. Elle est également un moyen utilisé afin de modifier volontairement les propriétés de matériaux, par exemple pour le durcissement des polymères.

Ces techniques d'irradiation de produits de consommation peuvent être autorisées car, à l'issue de leur traitement, ces produits ne présentent aucune radioactivité artificielle résiduelle (les produits sont stérilisés en passant dans un rayonnement sans être eux-mêmes « activés » à l'issue du traitement). Les irradiateurs industriels utilisent souvent des sources de cobalt 60 dont l'activité peut être très importante et dépasser

250 000 térabecquerels (TBq). Certaines de ces installations sont classées installations nucléaires de base (INB) (voir chapitre 14).

#### 1-1-2 Le contrôle non destructif

La gammagraphie est une technique de contrôle non destructif utilisant des sources radioactives, qui permet d'apprécier des défauts d'homogénéité dans des matériaux. Elle est fréquemment utilisée pour le contrôle des cordons de soudure. Cette technique utilise notamment des sources d'iridium 192, de cobalt 60, et plus récemment des sources de sélénium 75 dont l'activité peut atteindre au maximum une vingtaine de térabecquerels. Un appareil de gammagraphie est le plus souvent un appareil mobile pouvant être déplacé d'un chantier à l'autre. Il se compose principalement :

- d'un projecteur de source, servant de conteneur de stockage quand la source n'est pas utilisée ;
- d'une gaine d'éjection, d'un embout et d'une télécommande destinés à déplacer la source entre le projecteur et l'objet à radiographier, tout en assurant la protection de l'opérateur qui se tient à distance de la source ;
- d'une source radioactive insérée dans un porte-source.



## La gammagraphie au sélénium

L'emploi de sélénium en gammagraphie est autorisé en France depuis 2006. Mis en œuvre dans les mêmes appareils que ceux fonctionnant à l'iridium 192, son utilisation reste peu répandue, environ 3 % des appareils en sont équipés. Pourtant, son utilisation est possible en remplacement de l'iridium 192 dans de nombreux domaines industriels, notamment en pétrochimie. D'une période radioactive supérieure à celle de l'iridium 192 (120 jours contre 74), l'emploi de sélénium 75 en gammagraphie présente des avantages notables en termes de radioprotection. En effet, les débits d'équivalent de dose sont d'environ 55 millisieverts (mSv) par heure et par TBq à un mètre de la source contre 130 pour l'iridium 192. Ceci permet de réduire considérablement les périmètres de sécurité mis en place et facilite les interventions en cas d'incident.

Les appareils de gammagraphie utilisent principalement des sources de haute activité qui peuvent présenter des risques importants pour les opérateurs en cas de mauvaise manipulation, de non respect des règles de radioprotection ou d'incidents de fonctionnement. A ce titre, c'est une activité à enjeu fort de radioprotection qui figure parmi les priorités de contrôle de l'ASN.

### 1-1-3 Le contrôle de paramètres physiques

Le principe de fonctionnement des appareils de contrôle de paramètres physiques est l'atténuation du signal émis : la différence entre le signal émis et le signal reçu permet d'évaluer l'information recherchée.

Les radioéléments les plus couramment employés sont le carbone 14, le krypton 85, le césium 137, l'américium 241, le cobalt 60 et le prométhéum 147. Les activités des sources sont comprises entre quelques kilobecquerels (kBq) et quelques gigabecquerels (GBq).

#### Gammadensimètre mobile - inspection de l'ASN à Tomblaine - Octobre 2013



Les sources sont utilisées à des fins de :

- mesure d'empoussièrement de l'atmosphère : l'air est filtré en permanence sur un ruban défilant à vitesse contrôlée, interposé entre la source et le détecteur. L'intensité du rayonnement reçu par le détecteur est fonction du taux d'empoussièrement du filtre, ce qui permet de déterminer ce taux. Les sources utilisées le plus fréquemment sont du carbone 14 (activité 3,5 MBq) ou du prométhéum 147 (activité 9 MBq). Ces mesures sont réalisées pour assurer une surveillance de la qualité de l'air par le contrôle de la teneur en poussières des rejets d'usines ;
- mesure de grammage de papier : un faisceau de rayonnement bêta traverse le papier et est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal sur ce détecteur permet de connaître la densité du papier et donc le grammage. Les sources utilisées sont, en général, du krypton 85, du prométhéum 147 et de l'américium 241 avec des activités ne dépassant pas 3 GBq ;
- mesure de niveau de liquide : un faisceau de rayonnement gamma traverse le conteneur dans lequel se trouve un liquide. Il est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal sur ce détecteur permet de connaître le niveau de remplissage du conteneur et de déclencher automatiquement certaines opérations (arrêt/poursuite du remplissage, alarme, etc.). Les radionucléides utilisés dépendent des caractéristiques du contenant et du contenu. On utilise en général, selon le cas, de l'américium 241 (activité 1,7 GBq), du césium 137 - baryum 137m (activité 37 MBq) ;
- mesure de densité et de pesage : le principe est le même que pour les deux précédentes mesures. Les sources utilisées sont, en général, de l'américium 241 (activité 2 GBq), du césium 137 - baryum 137m (activité 100 MBq) ou du cobalt 60 (30 GBq) ;
- mesure de densité et d'humidité des sols (gammadensimétrie), en particulier dans l'agriculture et les travaux publics. Ces appareils fonctionnent avec un couple de sources d'américium-béryllium et une source de césium 137 ;
- diagraphie permettant d'étudier les propriétés géologiques des sous-sols par introduction d'une sonde de mesure comportant une source de cobalt 60, de césium 137, d'américium 241, ou de californium 252.

### 1-1-4 L'activation neutronique

L'activation neutronique consiste à irradier un échantillon par un flux de neutrons pour en activer les atomes. Le nombre et

l'énergie des photons gamma émis par l'échantillon en réponse aux neutrons reçus sont analysés. Les informations recueillies permettent de déduire la concentration des atomes de la matière analysée.

Cette technologie est utilisée en archéologie pour caractériser des objets anciens, en géochimie pour la prospection minière et dans l'industrie (étude de la composition des semi-conducteurs, analyse des crus cimentiers).

Compte tenu de l'activation de la matière analysée, elle nécessite une vigilance particulière sur la nature des objets analysés. En effet, l'article R. 1333-3 du code de la santé publique interdit l'utilisation, pour la fabrication des biens de consommation et des produits de construction, des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire, lorsque ceux-ci sont contaminés ou susceptibles de l'être par des radionucléides, y compris par activation (voir point 3-3).

### 1-1-5 Les autres applications courantes

Des sources scellées peuvent être également mises en œuvre pour :

- l'élimination de l'électricité statique ;
- l'étalonnage d'appareils de mesure de la radioactivité (métrologie des rayonnements) ;
- l'enseignement lors de travaux pratiques sur les phénomènes de radioactivité ;
- la détection par capture d'électrons utilisant des sources

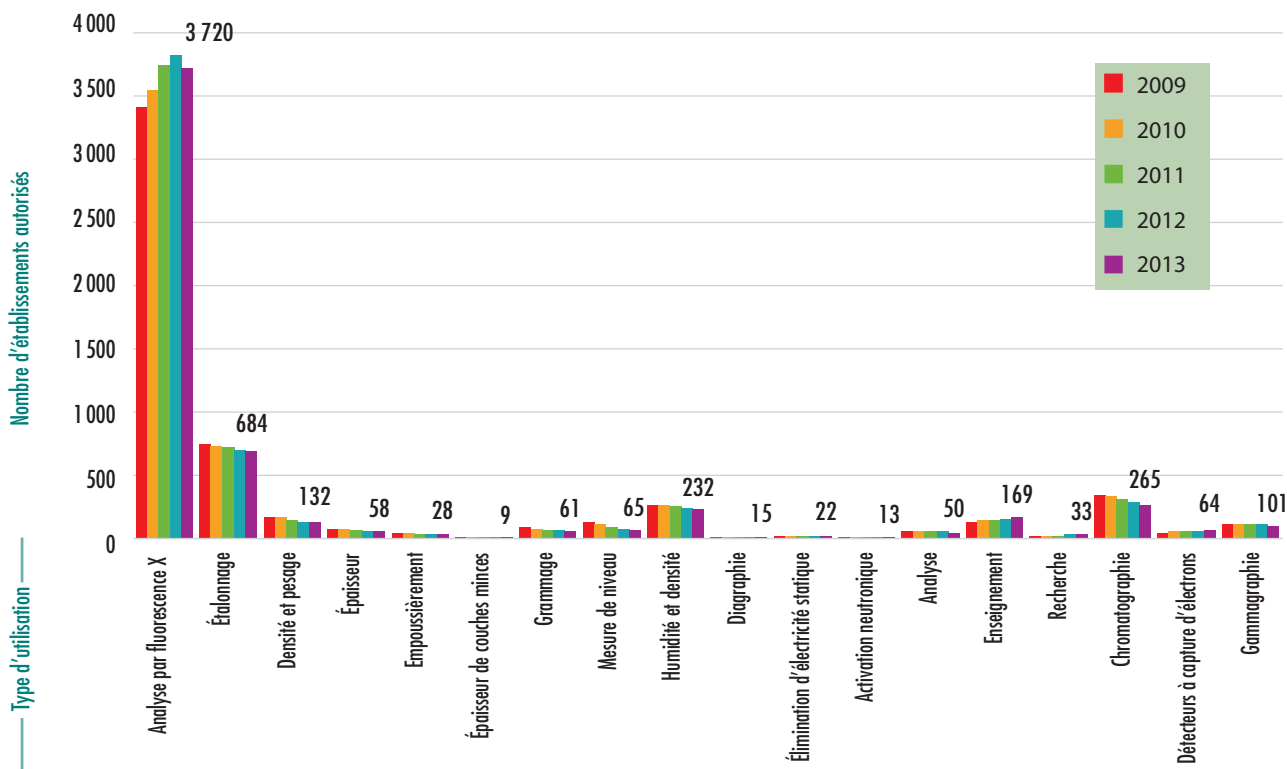
de nickel 63 dans des chromatographes en phase gazeuse. Cette technique permet la détection et le dosage de différents éléments chimiques ;

- la spectrométrie de mobilité ionique utilisée dans des appareils, souvent portatifs, permettant la détection d'explosifs, de drogues ou de produits toxiques ;
- la détection par fluorescence X. Cette technique trouve son utilisation, en particulier, dans la détection du plomb dans les peintures. Les appareils portatifs aujourd'hui utilisés contiennent des sources de cadmium 109 (période 464 jours) ou de cobalt 57 (période 270 jours). L'activité de ces sources peut aller de 400 MBq à 1500 MBq. Cette technique, qui utilise un nombre important de sources radioactives sur le territoire national (près de 4 000 sources), découle d'un dispositif législatif de prévention du saturnisme infantile, qui impose un contrôle de la concentration en plomb dans les peintures dans les immeubles à usage d'habitation construits avant le 1<sup>er</sup> janvier 1949, lors de toute vente, lors de tout nouveau contrat de location ou lors des travaux affectant substantiellement les revêtements dans des parties communes.

Le graphique 1 précise le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives scellées dans les applications recensées. Il illustre la diversité de ces applications et leur évolution sur ces cinq dernières années (de 2009 à 2013).

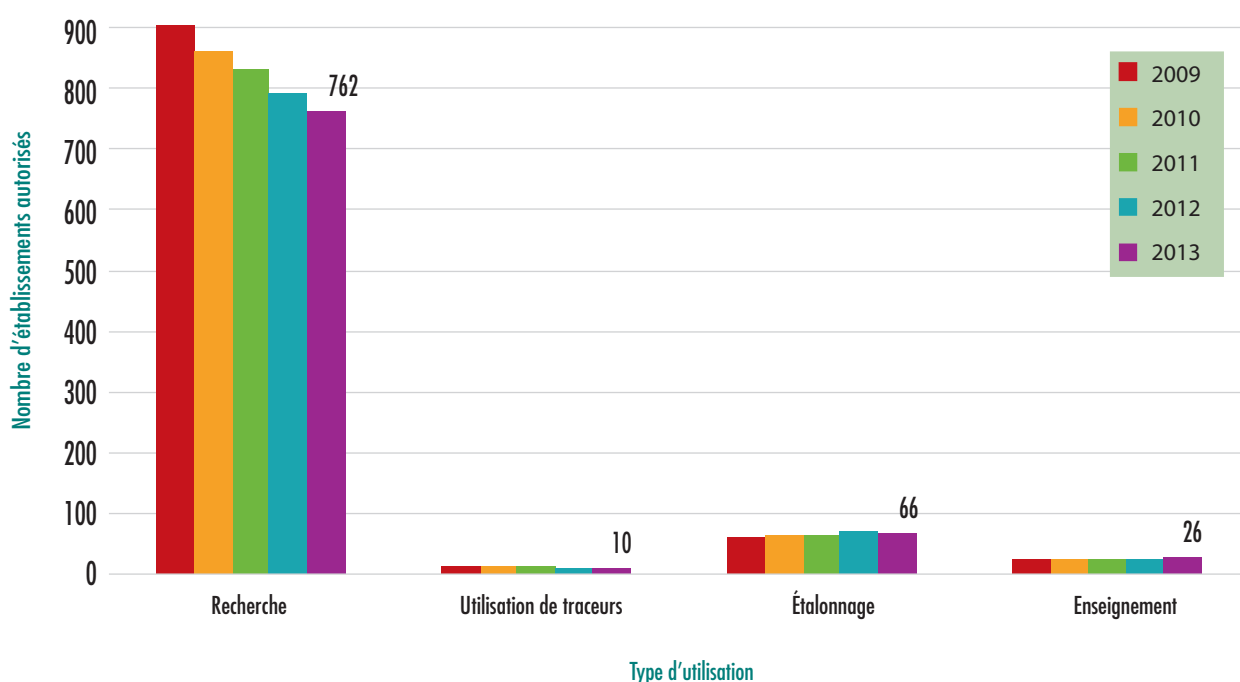
Il convient de noter qu'un même établissement peut exercer plusieurs activités et, dans ce cas, il apparaît pour chacune de ses activités dans le graphique 1 et dans les diagrammes suivants.

Graphique 1 : utilisation des sources radioactives scellées





Graphique 2 : utilisation des sources radioactives non scellées



## 1-2 Les sources radioactives non scellées

Les principaux radionucléides utilisés sous forme de sources non scellées sont le phosphore 32 ou 33, le carbone 14, le soufre 35, le chrome 51, l'iode 125 et le tritium. Ils sont notamment employés dans le secteur de la recherche et les établissements pharmaceutiques. Ils sont un outil puissant

### Utilisation de sources non scellées dans un laboratoire de recherche en biologie du cancer et de l'infection



d'investigation en biologie cellulaire et moléculaire. L'utilisation de traceurs radioactifs incorporés à des molécules est très courante en recherche biologique. Quelques utilisations sont relevées dans le milieu industriel, comme traceurs ou à des fins d'étalonnage ou d'enseignement. Les sources non scellées servent de traceurs pour des mesures d'usure, de recherche de fuites, de frottement, de construction de modèles hydrodynamiques, ainsi qu'en hydrologie.

Le nombre d'établissements autorisés à utiliser des sources non scellées au 31 décembre 2013 est de 864.

Le graphique 2 précise le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées dans les applications recensées ces cinq dernières années (de 2009 à 2013).

## 1-3 Les fabricants et distributeurs de sources radioactives

Le contrôle que l'ASN exerce à l'égard des fournisseurs de sources de radionucléides ou d'appareils en contenant est fondamental pour assurer la radioprotection des futurs utilisateurs. Il repose, d'une part, sur l'examen technique des appareils et sources distribués sous l'angle de la sûreté du fonctionnement et des conditions de radioprotection pour l'utilisation et la maintenance futures. Il permet d'assurer, d'autre part, la sécurité des mouvements de sources, leur traçabilité, et la récupération et l'élimination des sources usagées ou en fin de vie (voir point 3-2-1). Les fournisseurs de sources doivent également avoir un rôle pédagogique vis-à-vis des

utilisateurs. Il importe que leur situation au regard des règles de radioprotection soit satisfaisante et que leurs activités soient couvertes par l'autorisation prévue à l'article R. 1333-17 du code de la santé publique.

Il est répertorié environ 150 fournisseurs de sources radioactives scellées ou d'appareils en contenant et de sources radioactives non scellées en France ainsi que 32 cyclotrons de basse et moyenne énergie.

### Les cyclotrons

Un cyclotron est un équipement de 1,5 à 4 mètres de diamètre, appartenant à la famille des accélérateurs circulaires de particules. Les particules accélérées sont principalement des protons dont l'énergie peut atteindre jusqu'à 70 MeV. Un cyclotron est composé de deux électro-aimants circulaires produisant un champ magnétique et entre lesquels règne un champ électrique, permettant la rotation et l'accélération des particules à chaque tour effectué. Les particules accélérées viennent frapper une cible qui va être activée et produire des radionucléides.

Les cyclotrons de basse et moyenne énergie sont principalement utilisés en recherche et dans l'industrie pharmaceutique pour fabriquer des radionucléides émetteurs de positons, tels que le fluor 18 ou le carbone 11. Les radionucléides sont ensuite combinés à des molécules plus ou moins complexes pour devenir des radio-traceurs utilisés en imagerie médicale. Le plus connu est le 18 FDG (fluorodésoxyglucose marqué au fluor 18), médicament injectable fabriqué industriellement et couramment utilisé pour le diagnostic précoce de certains cancers.

## 2 Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont utilisés principalement dans le domaine de la radiographie industrielle où ils remplacent progressivement des dispositifs qui contenaient des sources radioactives et dans les applications vétérinaires. Les graphiques 3, 4 et 6 précisent le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des appareils électriques générant des rayonnements ionisants dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution ces cinq dernières années (de 2009 à 2013). Cette évolution est étroitement liée aux modifications réglementaires introduites en 2002, puis en 2007, qui ont mis en place un nouveau régime d'autorisation ou de déclaration pour l'utilisation de ces appareils. A ce jour, la régularisation de la situation des professionnels concernés est engagée dans de nombreux secteurs d'activité.

### 2-1 Les applications industrielles

Les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont principalement des générateurs de rayons X. Ils sont utilisés, comme les appareils contenant des sources radioactives, dans l'industrie, les analyses structurales non destructives (techniques d'analyse comme la tomographie, la diffractométrie

appelée aussi radiocristallographie...), les vérifications de la qualité des cordons de soudure ou le contrôle de la fatigue des matériaux (notamment en aéronautique).

Ces appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont également utilisés comme jauges industrielles (mesure de remplissage de fûts, mesure d'épaisseur...), pour le contrôle de conteneurs de marchandises ou de bagages et également pour la détection de corps étrangers dans les produits alimentaires.

L'augmentation croissante des types d'appareils disponibles sur le marché s'explique notamment par le fait qu'ils se substituent, lorsque c'est possible, aux appareils contenant des sources radioactives. Les avantages procurés par cette technologie sont notables en matière de radioprotection, compte tenu de l'absence totale de rayonnements ionisants lorsque le matériel n'est pas utilisé. Leur utilisation, en revanche, conduit à des niveaux d'exposition des travailleurs qui sont tout à fait comparables à ceux dus à l'utilisation d'appareils à source radioactive.

#### Radiographie à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux

Ce sont des appareils fixes ou de chantier utilisant des faisceaux directionnels ou panoramiques. Ces appareils peuvent





### Contrôles de véhicules à l'aide du scanner mobile spécial

être utilisés pour des emplois plus spécifiques tels que la réalisation de radiographies en vue de la restauration d'instruments de musique ou de tableaux, l'étude en archéologie de momies ou l'analyse de fossiles.

### Contrôle de bagages

Que ce soit pour une vérification systématique des bagages ou pour déterminer le contenu de colis suspects, les rayonnements ionisants sont utilisés en permanence lors des contrôles de sécurité. Les plus petits et les plus répandus de ces appareils sont installés aux postes d'inspections et de filtrages des aéroports, dans les musées, à l'entrée de certains bâtiments...

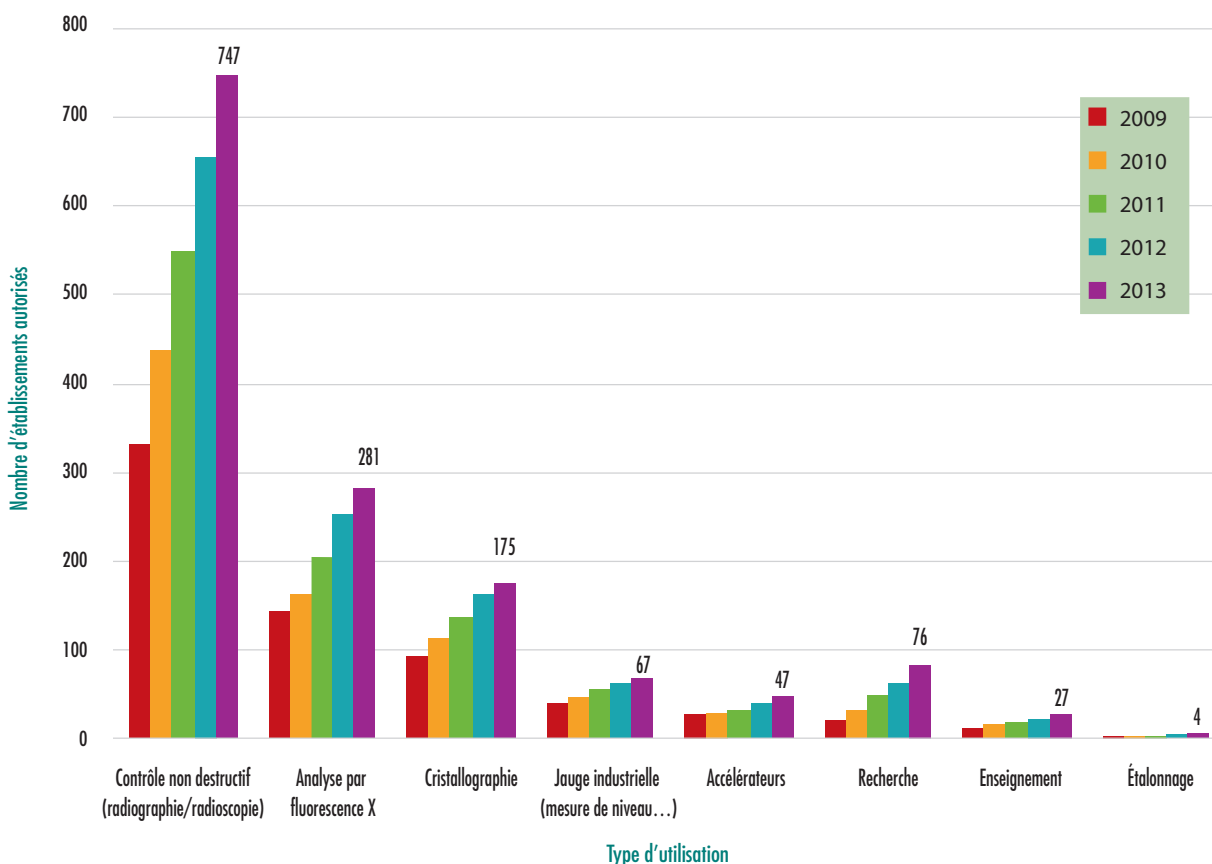
Les appareils dont la section du tunnel est plus importante sont utilisés pour le contrôle des bagages de grande taille et le contrôle de bagages en soute dans les aéroports mais également lors des contrôles du fret aérien. Cette gamme d'appareil est complétée par des tomographes, qui permettent d'obtenir une série d'images en coupe de l'objet examiné.

La limitation de la zone d'irradiation à l'intérieur de ces appareils est matérialisée parfois par des portes mais le plus souvent seulement par un ou plusieurs rideaux plombés.

### Scanners corporels à rayons X

Les technologies de scanners corporels font l'objet d'un intérêt croissant notamment dans les aéroports pour renforcer les contrôles de sécurité. Cependant, cette finalité d'utilisation est donnée à titre indicatif puisque l'utilisation de scanners à rayons X sur les personnes lors de contrôles de sécurité est interdite en France (en application de l'article L. 1333-11 du

**Graphique 3 : utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants (hors secteur vétérinaire - voir point 2-2)**



code de la santé publique). Les expérimentations menées en France sont fondées sur des technologies d'imagerie non-ionisantes (ondes millimétriques).

### Contrôle de produits de consommation

Depuis quelques années, l'utilisation d'appareils permettant la détection de corps étrangers dans certains produits de consommation se développe. Par exemple, la recherche d'éléments indésirables dans les produits alimentaires, les produits cosmétiques, etc.

### Analyse par diffraction X

Les laboratoires de recherche s'équipent de plus en plus souvent de ce type d'appareils qui sont autoprotégés. Des dispositifs expérimentaux utilisés en vue d'analyse par diffraction X peuvent cependant être composés de pièces provenant de divers fournisseurs (goniomètre, porte échantillon, tube, détecteur, générateur haute tension, pupitre...) et assemblées par l'expérimentateur lui-même.

### Analyse par fluorescence X

Les appareils portables à fluorescence X sont destinés à l'analyse de métaux et d'alliages.

### Mesure de paramètres

Les appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont utilisés comme jauges industrielles pour réaliser des mesures de niveau de bouteilles, de fûts, des détections de fuites, des mesures d'épaisseur, des mesures de densité...

### Traitement par irradiation

Plus généralement utilisés pour réaliser des irradiations, les appareils auto-protégés existent en plusieurs modèles qui peuvent parfois différer uniquement par la taille de l'enceinte auto-protégée, les caractéristiques du générateur de rayons X restant les mêmes.

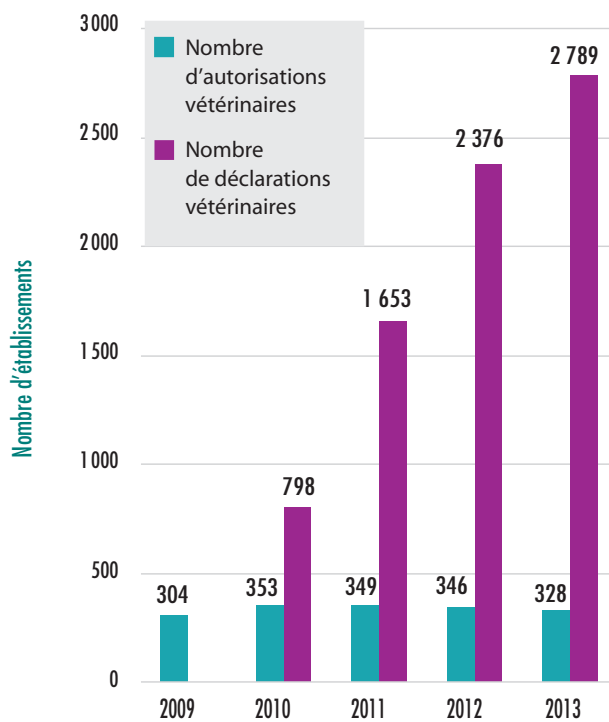
## 2-2 Le radiodiagnostic vétérinaire

La profession compte environ 16 000 praticiens vétérinaires et 14 000 employés non-vétérinaires. Les vétérinaires utilisent des appareils de radiodiagnostic dans un cadre similaire à celui des appareils utilisés en médecine humaine. Les activités de radiodiagnostic vétérinaire portent essentiellement sur les animaux de compagnie :

- 90 % des 5 793 structures françaises sont équipées d'au moins un appareil ;
- une quinzaine de scanners sont utilisés dans les applications vétérinaires, à ce jour à l'échelle nationale ;
- d'autres pratiques issues du milieu médical ont été plus récemment mises en œuvre : la scintigraphie, la curiethérapie ainsi que la radiothérapie externe.

Les soins pratiqués sur les animaux de grande taille (majoritairement les chevaux) requièrent l'utilisation d'appareils plus puissants dans des locaux spécialement aménagés (radiographie du bassin par exemple) et l'utilisation de générateurs de

**Graphique 4 : utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants pour les activités vétérinaires**



rayons X portables utilisés dans des locaux, dédiés ou non, ainsi qu'à l'extérieur. Cette activité, à fort enjeu de radioprotection pour les vétérinaires et les lads, fait l'objet d'une priorité de contrôle de l'ASN.

Les appareils utilisés dans le secteur vétérinaire proviennent parfois du secteur médical. Cependant, la profession s'équipe de plus en plus d'appareils neufs développés spécifiquement pour ses besoins.

## 2-3 Les accélérateurs de particules

Le code de la santé publique définit un accélérateur comme étant un appareillage ou une installation dans lequel des particules chargées électriquement sont soumises à une accélération, émettant des rayonnements ionisants d'une énergie supérieure à 1 mégaelectronvolt (MeV).

La mise en œuvre de ce type de dispositifs est soumise au régime de déclaration ou d'autorisation prévu par les articles L. 1333-4 et R. 1333-17 du code de la santé publique. Ces installations, lorsqu'elles répondent aux caractéristiques visées à l'article 3 du décret n° 2007-830 du 11 mai 2007 relatif à la nomenclature des INB, sont répertoriées en tant qu'installation nucléaire de base.

Certaines applications nécessitent le recours à des accélérateurs de particules produisant, suivant les cas, des faisceaux de



photons ou d'électrons. Le parc d'accélérateurs de particules, qu'ils se présentent sous forme linéaire (linacs) ou circulaire (cyclotrons - voir point 1-3 - et synchrotrons), comprend en France environ 50 installations recensées (hors INB) qui peuvent être utilisées dans des domaines très divers tels que :

- la recherche pouvant nécessiter parfois le couplage de plusieurs machines (accélérateur, implanteur...);
- la radiographie (accélérateur fixe ou mobile);
- la radioscopie de camions et de conteneurs lors des contrôles douaniers (accélérateurs fixes ou mobiles);
- la modification des propriétés des matériaux;
- la stérilisation;
- la conservation de produits alimentaires;
- etc.

Dans le domaine de la recherche, on peut citer deux installations de production de rayonnement synchrotron en France : l'ESRF de Grenoble (*European Synchrotron Radiation Facility*) et le synchrotron SOLEIL à Gif-sur-Yvette.

Récemment, des accélérateurs de particules ont été mis en œuvre en France pour la lutte contre la fraude et les grands trafics internationaux en utilisant le procédé de l'imagerie. Cette technologie, jugée efficace par les opérateurs, doit cependant être mise en œuvre sous certaines conditions afin de respecter les règles de radioprotection applicables aux travailleurs et au public, en particulier :

- l'interdiction d'activation des produits de construction, des biens de consommation et des denrées alimentaires prévue par l'article R.1333-4 du code de la santé publique, en veillant à ce que l'énergie maximale des particules émises par les accélérateurs mis en œuvre exclut tout risque d'activation des matières contrôlées;

- l'interdiction d'usage des rayonnements ionisants sur le corps humain à d'autres fins que médicales. La recherche de migrants illégaux dans les véhicules de transport au moyen de technologies ionisantes est ainsi interdite en France;

- la mise en place de procédures permettant de s'assurer que les contrôles opérés sur les marchandises ou les véhicules de transport ne conduisent pas à une exposition accidentelle de travailleurs ou de personnes. Lors de contrôles de type douanier par technologie scanner sur les camions par exemple, les chauffeurs doivent être tenus éloignés du camion et d'autres contrôles doivent être mis en place avant l'irradiation pour détecter l'éventuelle présence de migrants illégaux, afin d'éviter une exposition non justifiée de personnes pendant le contrôle.

## 2-4

### Les autres appareils électriques émettant

#### des rayonnements ionisants

Cette catégorie d'appareils couvre l'ensemble des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants autres que ceux précités et non exclus par les critères d'exemption d'autorisation et de déclaration fixés à l'article R. 1333-18 du code de la santé publique.

Cette catégorie comprend notamment les appareils générant des rayonnements ionisants mais non utilisés pour cette propriété, les implanteurs d'ions, les appareils à soudure à faisceau d'électrons, les klystrons, certains lasers, certains dispositifs électriques comme par exemple des tests de fusible haute tension.

### Les synchrotrons

De la même famille des accélérateurs circulaires de particules que les cyclotrons (voir point 1-3), le synchrotron, de taille beaucoup plus importante, permet d'atteindre des énergies de plusieurs gigaélectronvolts (GeV) à l'aide d'accélérateurs successifs. En raison de la faible masse des particules (généralement des électrons), l'accélération occasionnée par la courbure de leur trajectoire dans un anneau de stockage produit une onde électromagnétique lorsque les vitesses atteintes deviennent relativistes : le rayonnement synchrotron. Ce rayonnement est collecté à différents endroits appelés les lignes de lumière et est utilisé pour mener des expériences scientifiques.

## 3 La réglementation des installations industrielles, de recherche et vétérinaires

Sont rappelées ici les dispositions du code de la santé publique concernant spécifiquement les applications industrielles et de recherche prévues dans le code de la santé publique. Les règles générales sont détaillées dans le chapitre 3 du présent rapport.

### 3-1 Les Autorités réglementant

#### les sources de rayonnements ionisants

L'ASN est l'autorité qui, en application du code de la santé publique, accorde les autorisations et reçoit les déclarations, suivant le régime applicable à l'activité nucléaire concernée.

Toutefois, le code de la santé publique prévoit une série de dérogations visant à alléger les contraintes administratives des exploitants. L'obligation de déclaration ou d'autorisation ne s'applique pas aux installations autorisées dans le cadre d'un autre régime :

- pour les sources radioactives détenues, fabriquées et/ou utilisées dans les installations autorisées au titre du régime minier (article 83 du code minier) ou dans les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) relevant des articles L. 511-1 à L. 517-2 du code de l'environnement, qui bénéficient d'un régime d'autorisation, le préfet est l'autorité en charge de prévoir dans ces mêmes autorisations des prescriptions relatives à la radioprotection des activités nucléaires exercées sur le site ;
- pour les installations et activités intéressant la défense nationale, l'Autorité de sûreté nucléaire de défense est en charge de la réglementation des aspects relatifs à la radioprotection ;
- pour les installations autorisées au titre du régime des INB, l'ASN réglemente les sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants nécessaires au fonctionnement de ces installations dans le cadre de ce régime. La détention et l'utilisation des autres sources détenues sur le périmètre de l'INB restent soumises à autorisation au titre du R. 1333-17 du code de la santé publique.

Ces dérogations ne dispensent pas le bénéficiaire du respect des dispositions du code de la santé publique et en particulier de celles relatives à l'acquisition et à la cession des sources.

Les activités de distribution, importation et exportation de sources radioactives ne sont, en revanche, pas concernées par ces dérogations et sont soumises à une autorisation de l'ASN.

Les matières nucléaires font, quant à elles, l'objet d'une réglementation spécifique prévue à l'article L. 1333-2 du code de la défense. L'application de cette réglementation est contrôlée par le ministre de la Défense pour les matières nucléaires destinées aux besoins de la défense et par le ministre chargé de l'énergie pour les matières destinées à tout autre usage.

### 3-2 Les autorisations et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins non médicales

#### 3-2-1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales

En matière de radioprotection, l'ASN veille à l'application des trois grands principes de la radioprotection inscrits dans le code de la santé publique (article L. 1333-1) : la justification, l'optimisation des expositions et la limitation des doses (voir chapitre 2).

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et du détriment sanitaire associé peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque. Soit l'interdiction est prononcée de façon générique, soit l'autorisation requise au titre de la radioprotection n'est pas délivrée ou reconduite. Les utilisations du radium, pour lequel le détriment sanitaire a été jugé trop important, ont été interdites il y a déjà plusieurs dizaines d'années en appliquant ce principe. Pour les activités existantes, une réévaluation de la justification est initiée lors des renouvellements d'autorisation si l'état des connaissances et des techniques le justifie.

L'optimisation est une notion qui doit être appréciée en fonction du contexte technique et économique et elle nécessite une forte implication des professionnels. L'ASN considère en particulier que les fournisseurs d'appareils non médicaux sont au cœur de la démarche d'optimisation (voir point 1-3). En effet, ils sont responsables de la mise sur le marché des appareils et doivent donc concevoir ceux-ci de façon à réduire au minimum l'exposition des futurs utilisateurs. L'ASN contrôle également l'application du principe d'optimisation dans le cadre de l'instruction des dossiers d'autorisation, des inspections qu'elle réalise et lors de l'analyse des différents événements significatifs qui lui sont déclarés.

#### 3-2-2 Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables

Les demandes relatives à la détention et l'utilisation de rayonnements ionisants sont instruites par les divisions territoriales de l'ASN. L'instruction des demandes d'autorisation concernant la fabrication et la distribution de sources est, quant à elle, centralisée au niveau national.

##### Régime d'autorisation

Dans le cadre d'une démarche de simplification et d'approche graduée en fonction des risques et des enjeux radiologiques,

L'ASN a poursuivi le développement de nouveaux formulaires et la révision des formulaires de demande d'autorisation. Ainsi, des nouveaux formulaires ont été élaborés et mis en œuvre en 2013 :

- demande d'autorisation de détenir et d'utiliser un accélérateur de particules (cyclotron) et demande d'autorisation de fabriquer, de détenir et d'utiliser des radionucléides émetteurs de positons et de produits en contenant (formulaire AUTO/RN/FABCYC) ;
- demande d'autorisation d'importer/exporter des sources radioactives en vue de leur utilisation (formulaire AUTO/IMPEXP).

Ces formulaires, disponibles sur [www.asn.fr](http://www.asn.fr), complètent le processus de révision de l'ensemble des formulaires débuté en 2011 selon une approche de graduation des risques en fonction de l'activité nucléaire envisagée. Afin de mieux prendre en compte la réalité des responsabilités dans les secteurs non médicaux où les sources radioactives et appareils sont souvent gérés par une structure, davantage que par un individu, ces nouveaux formulaires ouvrent la possibilité de demander des autorisations en tant que représentant d'une personne morale comme le permet l'article R. 1333-24 du code de la santé publique. Ils précisent également la liste des documents qui doivent être joints à la demande. L'ensemble des autres documents listés en annexe à la décision n° 2010-DC-0192 de l'ASN du 22 juillet 2010 doit bien sûr être en possession du demandeur et conservé à la disposition des inspecteurs en cas de contrôle. L'ASN est par ailleurs susceptible de demander des compléments dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation.

### Régime déclaratif

Afin d'établir un équilibre des champs des activités soumises à déclaration ou autorisation, et donc une meilleure adaptation du niveau des exigences réglementaires aux enjeux de radioprotection, l'ASN a introduit un régime de déclaration dans les domaines industriel, de recherche et vétérinaire en 2009. Cette démarche a abouti à la publication de plusieurs décisions homologuées (voir chapitre 3) définissant, d'une part, le champ d'application de ce nouveau régime et, d'autre part, ses modalités de mise en œuvre.

Sont concernés :

- les appareils de radiodiagnostic vétérinaire utilisés exclusivement à poste fixe et répondant à l'une des conditions suivantes :
  - le faisceau d'émission est directionnel et vertical, à l'exclusion de l'ensemble des appareils de tomographie,
  - l'appareil est utilisé à des fins de radiographie endobuccale (Décision n° 2009-DC-0146 de l'ASN du 16 juillet 2009, modifiée par la décision n° 2009-DC-0162 du 20 octobre 2009, *Journal officiel* du 26 février 2010).
- les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants dont le débit d'équivalent de dose à 10 cm de toute surface accessible dans les conditions normales d'utilisation et du fait de leur conception est inférieur à 10  $\mu$ Sv/h.

Le formulaire de déclaration établi par l'ASN pour faciliter la mise en œuvre de la décision n° 2009-DC-0148 définissant le contenu détaillé des informations qui doivent être jointes aux

déclarations a été conçu de façon à en simplifier l'utilisation et le traitement. Aucun document n'est à joindre au formulaire de déclaration si les appareils déclarés répondent aux exigences spécifiées dans les décisions de l'ASN et sont éligibles à ce régime. L'ASN mène parallèlement un projet de télé-déclaration permettant de simplifier encore les démarches des assujettis.

Dans un tout autre domaine, le régime de déclaration a été élargi, en 2012, aux entreprises assurant l'installation, la maintenance ou la dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation (voir point 3-3). À la suite de la publication le 15 mars 2012 de la décision n° 2011-DC-0252 de l'ASN, un formulaire de déclaration a été élaboré et mis en ligne sur [www.asn.fr](http://www.asn.fr).

A ce jour, 75 entreprises de maintenance et dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation ont régularisé leur situation.

## 3-2-3 Les statistiques de l'année 2013

### Fournisseurs

Compte tenu du rôle fondamental tenu par les fournisseurs de sources ou d'appareils en contenant pour la radioprotection des futurs utilisateurs (voir points 1-3 et 3-2-1), l'ASN exerce un contrôle renforcé dans ce domaine. Au cours de l'année 2013, 69 demandes d'autorisation ou de renouvellements d'autorisation ont été instruites par l'ASN et 56 inspections réalisées.

### Utilisateurs

#### Cas des sources radioactives

En 2013, l'ASN a instruit et notifié 232 autorisations nouvelles, 1 023 renouvellements ou mises à jour et 364 annulations d'autorisation. Le graphique 5 présente les autorisations délivrées ou annulées en 2013 et l'évolution de ces données ces cinq dernières années.

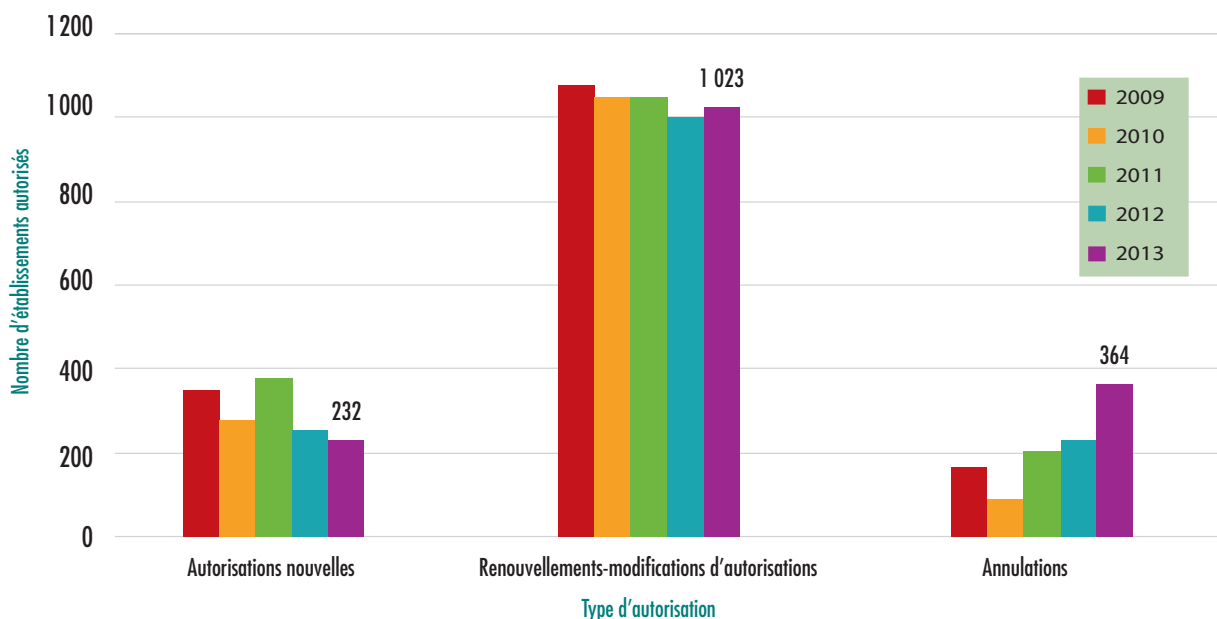
Une fois l'autorisation obtenue, le titulaire peut s'approvisionner en sources. Dans ce but, il reçoit de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) des formulaires de demande de fournitures permettant à l'institut de vérifier – dans le cadre de ses missions de tenue à jour de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants – que les commandes se font conformément aux autorisations délivrées à l'utilisateur et à son fournisseur. Si tel est bien le cas, le mouvement est alors enregistré par l'IRSN qui avise les intéressés que la livraison peut être réalisée. En cas de difficulté, le mouvement n'est pas validé et l'IRSN saisit l'ASN.

#### Cas des générateurs électriques de rayonnements ionisants

L'ASN a en charge le contrôle de ces appareils depuis 2002 et monte progressivement en puissance dans ce domaine où de nombreuses régularisations administratives sont nécessaires. Elle a accordé, en 2013, 162 autorisations et 209 renouvellements d'autorisation pour l'utilisation de générateurs électriques de rayonnements X. Compte tenu des nouvelles dispositions réglementaires permettant la mise en œuvre d'un



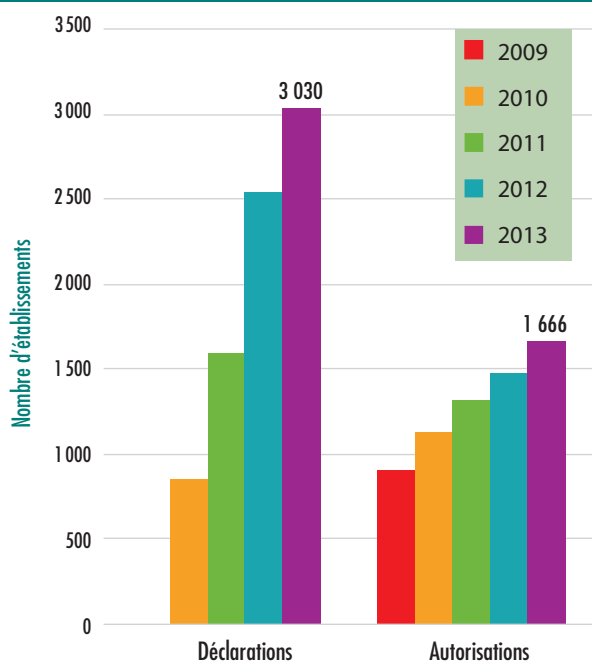
**Graphique 5 : autorisations « utilisateur » de sources radioactives délivrées chaque année**



régime de déclaration en lieu et place du régime d'autorisation depuis 2010, l'ASN a également délivré 483 récépissés de déclaration en 2013.

Au total, 1 666 autorisations et 3 030 récépissés de déclaration ont été délivrés pour des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants depuis la parution du décret n° 2002-460. Le graphique 6 illustre cette évolution ces cinq dernières années.

**Graphique 6 : nombre total d'autorisations et de déclarations « utilisateur » d'appareils électriques générant des rayonnements**



3-3

**Les activités non justifiées ou interdites**

**3-3-1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction**

Le code de la santé publique indique « *qu'est interdite toute addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation et les produits de construction* » (articles R. 1333-2 et 3).

Le commerce de pierres ou objets radioactifs de décoration, d'accessoires contenant des sources de tritium tels que les montres, porte-clés, les équipements de chasse (dispositifs de visée), des équipements de navigation (compas de relevement) ou des équipements pour la pêche en rivière (détecteurs de touches) est notamment proscriit.

L'article R. 1333-4 du même code prévoit que des dérogations à ces interdictions peuvent, si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent au regard des risques sanitaires qu'elles peuvent présenter, être accordées par arrêté du ministre chargé de la santé et, selon le cas, du ministre chargé de la consommation ou du ministre chargé de la construction après avis de l'ASN et du Haut Conseil de la santé publique (HCSP). Aucune dérogation n'est possible pour les denrées alimentaires, jouets, parures et produits cosmétiques.

Ce dispositif réglementaire a été mis en œuvre pour la première fois en 2011 dans le cadre d'une demande de dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique dans plusieurs cimenteries. L'ASN a été saisie par le Gouvernement pour instruire la demande de dérogation (avis ASN n° 2011-AV-0105 du 11 janvier 2011) et donner un avis sur un projet d'arrêté accordant cette dérogation (avis ASN n° 2011-AV-0124 du 07 juillet 2011).

La dérogation à l'interdiction d'addition de radionucléides pour l'utilisation de l'analyse neutronique dans le cadre de la fabrication du ciment a été accordée par arrêté du 18 novembre 2011 des ministres chargés de la santé et de la construction (*Journal officiel* du 3 décembre 2011).

### Ampoules contenant une quantité faible de substances radioactives

Certaines ampoules, principalement les lampes à décharge de très haute intensité lumineuse utilisées dans des lieux publics ou des environnements professionnels ou encore dans certains véhicules, contiennent de petites quantités de substances radioactives (krypton 85, thorium 232 ou tritium). Ces substances ont pour fonction d'augmenter l'intensité lumineuse ou de faciliter l'allumage des ampoules. Ces ajouts de substances radioactives sont fréquents depuis plusieurs dizaines d'années.

Sur la base d'évaluations techniques démontrant leur très faible impact en matière de radioprotection, plusieurs pays européens ont exempté ces objets du régime d'autorisation ou de déclaration prévu par la réglementation européenne relative à la radioprotection.

L'ASN s'est saisie de ce dossier depuis 2009 en rappelant aux industriels concernés par la production et la distribution des ampoules que l'introduction intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation est interdite en France par le code de la santé publique. Afin de régulariser leur situation, les industriels ont déposé un dossier de demande de dérogation à cette interdiction auprès de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR). L'ASN a indiqué, en avril 2012, sur la base des premiers éléments résultant de cette instruction, qu'elle n'identifiait pas de risque sanitaire qui la conduirait à demander, de manière préventive, l'arrêt de la commercialisation de ces lampes et le retrait des lampes installées.

## 3-3-2 L'application du principe de justification pour les activités existantes

La justification des activités existantes doit être périodiquement réévaluée en fonction des connaissances et de l'évolution des techniques, en application du principe décrit au point 3-2-1. Lorsque les activités ne sont plus justifiées au regard du bénéfice apporté ou au regard d'autres technologies non ionisantes apportant un bénéfice comparable, elles doivent être retirées du marché. Suivant le contexte technique et économique, notamment lorsqu'une substitution de technologies est nécessaire, une période transitoire pour le retrait définitif du marché peut s'avérer nécessaire.

### Détecteurs de fumée contenant des sources radioactives

Des appareils contenant des sources radioactives sont utilisés depuis plusieurs décennies pour détecter la fumée dans les bâtiments, dans le cadre de la politique de lutte contre les incendies. Ces appareils comprennent deux chambres d'ionisation dont une seule laisse pénétrer les gaz de combustion. En comparant l'intensité du courant traversant les deux chambres,

on peut détecter une évolution de l'atmosphère lorsque de la fumée pénètre dans la chambre non étanche. Cela permet le déclenchement de l'alarme incendie. Plusieurs types de radionucléides ont été employés (américium 241, plutonium 238, nickel 63, krypton 85). L'activité des sources utilisées ne dépasse pas 37 kBq pour les plus récents d'entre eux et la structure de l'appareil empêche, en utilisation normale, toute propagation de substances radioactives dans l'environnement.

De nouvelles technologies non ionisantes sont venues progressivement concurrencer ces appareils. Des appareils optiques fournissent désormais une qualité de détection comparable, qui permet de répondre aux exigences réglementaires et normatives de détection incendie. L'ASN considère donc que les appareils de détection de la fumée utilisant des sources radioactives ne sont plus justifiés et que les sept millions de détecteurs ioniques de fumée répartis sur 300 000 sites doivent être progressivement remplacés.

Sur une proposition de l'ASN, des évolutions réglementaires ont été élaborées. Elles ont été soumises pour consultation à divers groupements et entités représentatives des différentes parties prenantes. Elles ont également fait l'objet d'un examen par le Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRAD), le HCSP, le commissaire à la simplification et la Commission consultative d'évaluation des normes. Une note de présentation a parallèlement été mise en ligne sur le site Internet du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

L'arrêté portant dérogation à l'article R.1333-2 du code de la santé publique pour les détecteurs de fumée à chambre d'ionisation a été signé, après l'avis n° 2011-AV-0134 de l'ASN, le 18 novembre 2011 et a été publié au *Journal officiel* le 3 décembre 2011. Deux décisions de l'ASN publiées le 15 mars 2012 complètent le dispositif réglementaire :

1. Décision n° 2011-DC-0252 du 21 décembre 2011 soumettant certaines activités nucléaires à déclaration en application du 2° de l'article R. 1333-19 du code de la santé publique ;
2. Décision n° 2011-DC-0253 du 21 décembre 2011 définissant les conditions particulières d'emploi, ainsi que les modalités d'enregistrement, les règles de suivi, la reprise et l'élimination des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation.

Ces textes rappellent notamment les responsabilités des détenteurs de détecteurs ioniques et établissent un échéancier de 10 ans pour faire procéder au retrait ou au remplacement des détecteurs.

Les détenteurs doivent établir ou faire établir une fiche de recensement de leur installation et la transmettre à un installateur, mainteneur ou déposeur autorisé ou déclaré auprès de l'ASN avant le 31 décembre 2014. Ces fiches et leurs mises à jour permettront de suivre la décroissance du parc de détecteurs ioniques installés sur le territoire français tout au long de la phase de retrait. L'IRSN, qui est en charge du traitement des fiches, estime pouvoir éditer un premier bilan en 2015.

Un an après la mise en œuvre du nouveau dispositif réglementaire pour les activités de dépose et maintenance des détecteurs de fumée ioniques, 75 établissements ont déclaré leur activité à

L'ASN. A ceux-là, s'ajoutent plus d'une centaine d'établissements qui sont couverts par une autorisation, le plus souvent nationale.

L'ASN entretient des relations étroites avec l'association QUALDION, qui labellise les établissements respectueux de la réglementation et compétents en sécurité incendie, et participe avec elle à des campagnes de communication auprès des détenteurs de détecteurs ioniques et des professionnels (salon Expoprotection, salon des Maires...).

### Parasurtenseurs

Les parasurtenseurs (parfois appelés parafoudres), à ne pas confondre avec les paratonnerres, sont de petits objets, très faiblement radioactifs, utilisés pour protéger les lignes téléphoniques des surtensions en cas de foudre. Il s'agit de dispositifs étanches, souvent en verre ou céramique, enfermant un petit volume d'air contenant des radionucléides pour pré-ioniser l'air et faciliter l'amorçage. L'utilisation de ces objets a progressivement été abandonnée depuis la fin des années 70 mais le nombre de parasurtenseurs à déposer, collecter et éliminer reste très important (de l'ordre d'un million d'unités). Ces appareils ne présentent pas, lorsqu'ils sont installés, de risques d'exposition pour les personnes. En revanche, un risque d'exposition et/ou de contamination peut exister si ces objets sont manipulés sans précaution ou s'ils sont détériorés. Ces risques doivent être pris en compte lors des opérations de dépose, d'entreposage et d'évacuation, de façon à protéger le public et les travailleurs. L'ASN l'a rappelé à France Télécom qui a engagé un processus expérimental de recensement, dépose, tri et élimination des parasurtenseurs dans la région Auvergne. À l'issue de cette phase, un plan d'action national destiné à organiser la dépose et l'élimination de l'ensemble des

parasurtenseurs présents sur le territoire national sera établi et mis en œuvre de manière progressive sur les prochaines années.

### Paratonnerres

L'ASN souhaite une reprise progressive et organisée des paratonnerres radioactifs et sensibilise depuis plusieurs années les professionnels pour s'assurer que le retrait de ces objets se fasse en garantissant le respect de la radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a renforcé cette action en rappelant leurs obligations aux professionnels concernés, notamment celle de disposer d'une autorisation de l'ASN pour l'activité de dépose et d'entreposage des paratonnerres en application des articles L.1333-1, L.1333-4, R.1333-17 du code de la santé publique. Des actions de contrôle sur le terrain vis-à-vis des sociétés impliquées dans la reprise de ces objets sont également menées par l'ASN.

En 2012, l'ASN a lancé une campagne de mesures avec l'IRSN et en collaboration avec des entreprises afin d'évaluer les moyens de protection nécessaires lors de la dépose de paratonnerres radioactifs. Les résultats de cette campagne permettront l'édition d'un guide à l'attention des professionnels. Ce guide, actuellement en cours d'élaboration par l'ASN, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) et l'IRSN devrait être publié en 2014.

Pour parvenir à terme à la dépose de l'ensemble du parc installé, la localisation des paratonnerres radioactifs sur le territoire est une étape essentielle. C'est l'un des objectifs de l'association INAPARAD et de son site [www.paratonnerres-radioactifs.fr](http://www.paratonnerres-radioactifs.fr).

L'ASN souligne l'intérêt de ce recensement et de l'information portée aux détenteurs de ces paratonnerres. Elle rappelle

## Les paratonnerres radioactifs

En 1914, un scientifique hongrois, Léo Szilárd, met au point le premier paratonnerre à tête radioactive. En 1932, la société française Héliota commercialise le premier paratonnerre radioactif. Des sociétés développeront par la suite d'autres produits dont les marques Duval Messien, Franklin France et Indelec. La présence de sources radioactives sur la tête du paratonnerre devait permettre d'augmenter le rayon de protection par rapport à un paratonnerre « classique », en rendant l'air conducteur au voisinage des sources scellées. Ils ont été équipés, selon leur type, par des sources scellées au radium 226 puis à l'américium 241.

Les paratonnerres radioactifs ont été fabriqués et installés en France entre 1932 et 1986. L'interdiction de la commercialisation des paratonnerres radioactifs a été prononcée en 1987. Le démontage des paratonnerres radioactifs déjà installés n'a pas été rendu obligatoire par cet arrêté. Aussi, hormis dans certaines ICPE (arrêté du 15 janvier 2008 qui fixe le retrait au 1<sup>er</sup> janvier 2012) et dans certaines installations relevant du ministre de la Défense (arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 2007 qui fixe une date limite de retrait au 1<sup>er</sup> janvier 2014), il n'y a pas à ce jour d'obligation de dépose des paratonnerres radioactifs installés sur le territoire français.

L'ANDRA estime à 40 000 le nombre de paratonnerres radioactifs encore installés en France. L'ASN considère que ces objets radioactifs, même s'ils ne présentent généralement pas de risques tant qu'ils ne sont pas manipulés, contiennent des sources d'activité significative et présentent par conséquent des risques d'exposition pour les personnes qui seraient en contact avec eux, par exemple à l'occasion de leur démontage.

Par ailleurs, l'expérience a montré que le confinement des sources radioactives peut s'altérer avec le temps, augmentant ainsi les risques radiologiques lors de la dépose du paratonnerre. Les opérations de dépose doivent donc être réalisées par des sociétés spécialisées et être orientées vers les filières d'évacuation mises en place par l'ANDRA.



cependant que les déposes de paratonnerres ne sont pas, à ce jour, obligatoires, et qu'elles doivent être réalisées par des entreprises autorisées. Localement, des priorités peuvent être établies en fonction de l'état physique des paratonnerres et/ou des projets de réhabilitation des immeubles concernés.

Des informations complémentaires sur les paratonnerres radioactifs sont disponibles sur [www.andra.fr](http://www.andra.fr) et [www.paratonnerres-radioactifs.com](http://www.paratonnerres-radioactifs.com).

### 3-4 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants

L'ASN souhaite compléter les dispositions introduites en 2007 dans le code de la santé publique et achever ainsi l'élaboration du cadre réglementaire permettant de soumettre à autorisation la distribution des appareils électriques générateurs de rayonnements ionisants au même titre que les fournisseurs de sources radioactives. Sur ce point, l'expérience montre qu'une instruction technique de dossier entre l'ASN et les fournisseurs/fabricants d'appareils apporte des gains substantiels en termes d'optimisation de la radioprotection (voir points 1-3 et 3-2-1).

Il n'existe pas pour les appareils électriques utilisés à des fins non médicales d'équivalent au marquage CE obligatoire pour les dispositifs médicaux, attestant de la conformité à plusieurs normes européennes et abordant divers thèmes dont la radioprotection. Par ailleurs, le retour d'expérience montre qu'un grand nombre d'appareils ne disposent pas d'un certificat de conformité aux normes applicables en France. Ces normes sont obligatoires depuis de nombreuses années mais certaines de leurs exigences sont devenues en partie obsolètes ou inapplicables du fait de l'absence de révisions récentes.

L'ASN a donc pris des contacts dès 2006 avec le ministère du Travail, le Laboratoire central des industries électriques (LCIE), le CEA et l'IRSN et incité l'Union technique de l'électricité (UTE) à engager la mise à jour de ces normes.

Concernant la conception des appareils, en l'absence de référentiel technique pertinent tant au plan national qu'international, l'ASN s'est engagée dans une réflexion pour faire évoluer les exigences techniques applicables pour autoriser les appareils. Après avoir présenté des premières orientations au GPRAD en juin 2010, l'ASN a poursuivi ses travaux avec l'appui de l'IRSN et avec le concours d'autres acteurs de référence comme le CEA et le LCIE, en vue d'élaborer un référentiel technique pour ce type d'appareils. Les résultats des travaux techniques ont été présentés au GPRAD en décembre 2011.

À l'image de la décision n° 2008-DC-0109 de l'ASN relative à la distribution de sources radioactives, l'ASN prépare actuellement les modifications réglementaires nécessaires sur la base des travaux réalisés. Ces travaux, menés en collaboration avec l'IRSN en 2013 seront présentés au GPRAD en 2014 et permettront de définir les exigences minimales auxquelles doivent

répondre les appareils électriques générant des rayonnements X.

Concernant la conception des installations, l'UTE a conduit un processus de révision des normes NF-C 15-160 et des normes spécifiques associées (normes d'installation). Sur la base de ces travaux, l'ASN a engagé une mise à jour des règles de conception et d'aménagement des installations à l'intérieur desquelles sont produits et utilisés des rayonnements X. Après plusieurs présentations des orientations et prescriptions aux Groupes permanents d'experts en radioprotection (GPRAD) et pour les applications médicales des rayonnements ionisants (GPMED), l'ASN a publié la décision n° 2013-DC-0349 de l'ASN du 4 juin 2013 fixant les règles techniques minimales de conception des installations dans lesquelles sont présents des rayonnements X qui a été homologuée le 22 août 2013. Cette décision concerne des installations du domaine industriel et scientifique (recherche) comme la radiographie industrielle en casemate par rayonnements X, la radiologie vétérinaire, et également des installations du domaine médical comme la radiologie conventionnelle, la radiologie dentaire et les scanners (voir chapitres 3 et 9).

Cet arrêté abroge, par ailleurs, l'arrêté du 30 août 1991 déterminant les conditions d'installation auxquelles doivent satisfaire les générateurs électriques de rayons X.

La décision est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2014.

### 3-5 La détection de la radioactivité en France

L'ASN considère comme préoccupante l'augmentation du nombre de cas de détection de radioactivité dans les métaux et biens de consommations à travers le monde.

Depuis 2010, l'ASN a eu connaissance de 37 événements relatifs à la détection de substances radioactives dans les flux de marchandises dans le monde : 28 détections réalisées par des portiques installés au niveau des frontières (ports, aéroports), 9 par des installations privées gérées par des sites industriels.

Les produits majoritairement incriminés sont les suivants :

- des produits finis contaminés dont des biens de consommation, d'équipement ou de production (ustensiles de cuisine, sac à main, équipements sportifs, vanne, essieux, machine-outil, grille de radiateurs, barre d'acier, etc.) ;
- des produits semi-finis contaminés (lingots, ferraille...) ;
- des sources scellées elles-mêmes.

Dans 62% des cas, le radionucléide détecté est d'origine artificielle. Il s'agit de radionucléides initialement fabriqués et conditionnés sous forme de sources radioactives scellées destinées à être utilisées dans l'industrie ou dans le secteur médical. Par manque de contrôle dans les pays d'origine, ces sources radioactives finissent par intégrer les filières de recyclage de la ferraille.

Si elles ne sont pas détectées à temps, elles sont fondues dans les usines de production de lingots métalliques, contaminant ainsi la matière première et tous les produits semi-finis et finis issus de ces matières premières à travers le monde.

Dans les autres cas, les radionucléides sont d'origine naturelle. Ce phénomène est nouveau, diffus et en pleine expansion. Il est dû à l'utilisation de céramiques à base de thorium (la tourmaline) notamment dans l'industrie textile. En 2011, à la suite de plusieurs signalements, l'ASN a saisi l'IRSN pour procéder à l'analyse de plusieurs produits commercialisés. Les conclusions de cette étude montrent que l'exposition d'une personne aux rayonnements émis par ces textiles reste très faible, mais peut dans certains cas, être supérieure à la limite réglementaire annuelle pour le public (1 mSv). L'ASN reste vigilante sur ces produits, informe les industriels concernés lorsqu'ils sont identifiés et fait procéder à des analyses complémentaires si nécessaire.

La détection de la radioactivité dans les marchandises aux frontières ne fait actuellement pas l'objet de protocole européen ou international et il n'existe pas à ce jour en France de contrôles spécifiques pour rechercher des substances radioactives dans les flux de marchandises aux frontières françaises. Certaines entreprises sont équipées de moyens de détection mis en place soit pour répondre à la réglementation en vigueur prise au titre du code de l'environnement (déchetteries, hôpitaux, installations de stockage de déchets, etc.) soit pour répondre à des impératifs commerciaux dictés par leur partenaires (commerce international avec les États-Unis).

L'ASN, au vu de ce retour d'expérience, a renforcé dans ce domaine ses contacts avec les administrations concernées et avec ses homologues européens afin de disposer des informations reçues des pays frontaliers. Ainsi, la Belgique informe l'ASN en cas de déclenchement de ses portiques par des transports destinés à la France. Dans de tels cas, des investigations complémentaires sont menées afin d'identifier les sociétés concernées (négociants, fabricants et importateurs) et/ou le pays exportateur et définir le devenir des marchandises.

L'ASN considère qu'il est nécessaire pour la France de se doter rapidement d'une stratégie nationale de détection de la radioactivité sur le territoire et de réaliser les investissements correspondants en matériel et en formation.

Compte tenu des retombées économiques éventuelles que peuvent engendrer ces incidents, l'ASN recommande à tous les industriels entretenant des échanges commerciaux de produits à base de métal avec des pays en dehors de l'Union européenne de réaliser des contrôles sur le niveau de radioactivité des produits importés.

### 3-6 La mise en place d'un contrôle de la protection des sources radioactives contre les actes de malveillance

Si les mesures de sûreté et de radioprotection auxquelles conduit la réglementation permettent de garantir un certain niveau de protection face au risque d'actes malveillants, elles ne peuvent être considérées comme suffisantes. Un renforcement du contrôle de la protection contre les actes de malveillance

utilisant des sources radioactives scellées dangereuses a donc été vivement encouragé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) qui a publié dans ce domaine un code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives (approuvé par le Conseil des Gouverneurs le 8 septembre 2003) ainsi que des orientations pour l'importation et l'exportation de sources radioactives (publiées en 2005). Le G8 a soutenu cette démarche, notamment lors du sommet d'Evian (juin 2003), et la France a confirmé à l'AIEA qu'elle travaillait en vue de l'application des orientations énoncées dans le code de conduite (engagements du Gouverneur pour la France du 7 janvier 2004 et du 19 décembre 2012). L'objectif général du code est d'obtenir un niveau élevé de sûreté et de sécurité des sources radioactives qui peuvent présenter un risque important pour les personnes, la société et l'environnement.

Le contrôle des sources à des fins de radioprotection et de sûreté et celui à des fins de lutte contre les actes de malveillance présentent de nombreuses interfaces et des objectifs cohérents. C'est la raison pour laquelle les homologues de l'ASN à l'étranger sont en général chargés de contrôler les deux domaines. L'ASN dispose pour ce faire d'une solide connaissance de terrain des sources concernées, que ses divisions territoriales inspectent régulièrement.

Le Gouvernement a décidé de confier à l'ASN le contrôle des mesures de suivi et de protection incombant au responsable de l'activité nucléaire. Il pourrait notamment s'agir de limiter l'accès aux sources à des personnes dûment autorisées, d'interposer une ou plusieurs barrières de protection physique entre la source et les personnes non autorisées, de rendre obligatoire des dispositifs de détection des intrusions ou d'assurer le suivi des sources. Le processus législatif initié en 2008 par le Gouvernement avec le concours de l'ASN a conduit au dépôt d'un projet de loi au Sénat en 2012.

Comme elle l'avait annoncé, l'ASN a poursuivi ses travaux de préparation des textes d'application nécessaires à la mise en place effective du contrôle et renforcé les actions de repérage de l'état des lieux sur les installations existantes. Ce repérage, centré sur les établissements détenteurs de sources scellées de haute activité, a conduit à la réalisation en 2013 de 106 visites de la part de l'ASN.

Par ailleurs, afin de disposer d'une vision homogène sur l'ensemble du territoire, de renforcer la formation des inspecteurs de la radioprotection de l'ASN dans ce nouveau champ de compétence, et d'anticiper pour une prise en charge rapide et efficace de cette nouvelle mission, des outils adaptés ont été élaborés, diffusés et présentés aux inspecteurs de chaque division de l'ASN. Ces modules de formation ont vocation à se développer au fur et à mesure de l'avancement des travaux et à être intégrés à la formation initiale des inspecteurs.

Ces visites de repérage permettront notamment d'étudier l'impact des prescriptions techniques envisagées et en cours de définition dans le cadre d'un groupe de travail piloté par le Haut fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère en charge de l'environnement auquel l'ASN participe activement en apportant notamment sa connaissance des installations.

## 4 Les principaux incidents en 2013

Les contrôles appliqués aux sources de rayonnements et le bilan complet des événements de radioprotection dans le domaine hors INB sont présentés dans le chapitre 4 de ce présent rapport.

Dans le domaine de la gammagraphie, à la suite des incidents survenus en 2012 concernant les blocages de sources de gammagraphie industrielle (centrale nucléaire du Blayais et raffinerie Esso à Fos-sur-Mer), auxquels s'ajoutent celui du



Inspection de l'ASN sur un chantier de gammagraphie, à Boulogne-Billancourt - Octobre 2013

22 septembre 2011 au sein de l'entreprise STIC à Rambervillers (88) au cours d'un contrôle de soudure réalisé par le Laboratoire d'essais de Montereau (78), et ceux survenus en 2010 au sein de l'entreprise Feursmétal à Feurs (42) et de celle de Hachette et Driout à Saint-Dizier (52), l'ASN a engagé une réflexion approfondie avec les parties prenantes et l'IRSN sur le retour d'expérience des incidents récents. Elle a réuni le 28 novembre 2012 et le 25 septembre 2013 l'ensemble des parties prenantes qui font un constat partagé sur la nécessité d'identifier des solutions techniques génériques permettant de faciliter la récupération des sources de gammagraphie dont le contrôle aurait été perdu. L'ASN a également organisé des réunions techniques pour définir des scénarios types de pertes de contrôle de sources et élaborer des solutions techniques de récupération.

Deux autres incidents de blocage de sources ont également eu lieu en 2013 au sein de l'entreprise AREVA NP à Saint-Marcel (71) et sur la plate forme industrielle SOBEGI (société PRORAD) de Lacq (64).

L'ASN considère qu'il s'agit d'incidents sérieux et estime préoccupante l'augmentation du nombre d'incidents qui révèle le manque de culture de radioprotection et de prise en compte des risques par les opérateurs. Bien que la réglementation soit globalement respectée et plus exigeante que les standards internationaux, l'ASN estime que des améliorations doivent être apportées à la préparation des chantiers et à la gestion des incidents en impliquant davantage les donneurs d'ordre, notamment en pétrochimie.

Après avoir adressé le 27 septembre 2012 une lettre circulaire à l'ensemble des opérateurs leur rappelant la réglementation et leur demandant que des améliorations soient apportées à la

### Le blocage de la source en gammagraphie

La gammagraphie est une technique de contrôle non destructif consistant à positionner une source radioactive à proximité de l'élément à contrôler de façon à obtenir un film radiographique permettant ensuite, par lecture du film, un contrôle de qualité de la pièce.

La perte de contrôle de la source est une des principales causes d'incident dans ce domaine. Elle peut engendrer de fortes expositions des travailleurs se trouvant à proximité, voire du public en cas de travaux en zone urbaine. Cette perte de contrôle se rencontre principalement dans deux situations :

- la source radioactive reste bloquée dans la gaine d'éjection. L'origine du blocage est souvent liée à la présence de corps étrangers dans la gaine ou à une dégradation de la gaine ;
- le porte source contenant le radionucléide n'est plus solidaire de la télécommande. Le câble reliant source et télécommande n'est pas correctement raccordé et la source ne peut plus être manœuvrée.

La France dispose d'un parc de gammagraphes répondant à des prescriptions techniques plus strictes que les standards internationaux. Toutefois, les défaillances de matériel ne peuvent pas être écartées, notamment en cas de mauvais entretien du matériel. De mauvaises manipulations sont également souvent observées à la suite des incidents.

D'autre part, l'ASN note que les procédures et gestes à suivre par les radiologues confrontés à ces situations ne sont pas suffisamment connus et respectés.



préparation des chantiers et à la gestion des incidents, l'ASN a engagé avec la Direction générale du travail (DGT) une démarche visant à une refonte des textes réglementaires existants en la matière avec un renforcement des exigences dans le domaine de la justification compte tenu de l'existence de méthodes de substitution reconnues.

La conception des appareils, des installations, l'utilisation des appareils notamment sur chantiers et la formation des opérateurs seront examinés dans le cadre de ce processus de refonte réglementaire et au sein du groupe de travail regroupant les parties prenantes.

### **Incident du 16 octobre 2013 – Société PRORAD, plateforme industrielle SOBEGI de Lacq (Pyrénées-Atlantiques)**

L'ASN a été informée le 16 octobre 2013 par la société PRORAD d'un incident survenu dans un local d'entreposage de gammagraphes situé à proximité des unités chimiques de la plateforme SOBEGI de Lacq (64).

Dans la nuit du 15 au 16 octobre 2013, deux opérateurs de la société PRORAD effectuaient des contrôles radiographiques sur les installations industrielles de la plateforme avec un gammagraphe de type GAM 80, équipé d'une source radioactive d'iridium 192 de 1,12 TBq. À la suite de difficultés de fonctionnement du gammagraphe, les opérateurs ont arrêté les contrôles radiographiques et ont transporté l'appareil dans son local d'entreposage. Ils ont ensuite entrepris des manipulations à l'issue desquelles il n'a pas été possible de réintégrer la source dans sa position de sécurité. Cette situation a été détectée par la mise en évidence d'un débit de dose anormalement élevé à l'avant du gammagraphe. Les opérateurs ont finalement sécurisé la zone en déposant des protections plombées sur l'appareil.

Le jeudi 17 octobre 2013, l'ASN a mené une inspection sur le site afin de contrôler la pertinence du périmètre de sécurité mis en œuvre autour de l'appareil et d'évaluer ses conditions d'entreposage. L'ASN considère que les opérateurs ont correctement réagi en suspendant les contrôles radiographiques et en ramenant le gammagraphe dans son local d'entreposage. En revanche, l'ASN juge très insuffisantes l'analyse de risques et l'estimation dosimétrique prévisionnelle concernant certaines manipulations.

L'ASN a demandé que les actions permettant un retour à une situation normale soient définies avec le concours d'entreprises spécialisées. Les opérations permettant de réintégrer la source en position de sécurité ont fait l'objet d'un examen technique et d'une autorisation de l'ASN préalablement à leur réalisation. Elles ont été conduites avec succès le 11 décembre 2013.

Cet événement n'a engendré aucune exposition anormale des travailleurs et du public et a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

### **Incident du 9 septembre 2013 – Usine AREVA à Saint-Marcel (Saône-et-Loire)**

L'ASN a été informée le 9 septembre 2013 par AREVA NP d'un incident survenu sur un appareil de gammagraphie dans son établissement de Saint-Marcel (71).

À l'issue d'un contrôle radiographique réalisé dans un des trois bunkers dédiés de l'établissement, les opérateurs ont constaté que la source radioactive n'avait pas réintégré sa position de sécurité alors que l'appareil, un gammagraphe de type GMA 2500 muni d'une source de cobalt 60 d'une activité de 11,2 TBq, commandé électriquement à distance, est muni d'un dispositif qui ramène automatiquement la source dans son bloc de protection en fin d'opération.

Les opérateurs ont immédiatement prévenu la personne compétente en radioprotection (PCR) de la société qui a procédé à la mise en sécurité de l'installation en condamnant l'accès au bunker.

En lien avec la société CEGELEC, fournisseur de l'appareil, AREVA a proposé de réaliser dans un premier temps une série de mesures de l'ambiance radiologique afin de lui permettre de définir les conditions d'intervention les plus adaptées.

Compte tenu des débits de dose relevés lors de ces mesures, une intervention manuelle a été possible depuis l'intérieur du bunker. Cette opération, réalisée le 25 septembre 2013, a permis le retour de la source dans sa position de sécurité à l'intérieur de l'appareil.

Le gammagraphe a été transféré pour expertise technique dans les locaux de la société CEGELEC à Brétigny-sur-Orge.

L'ASN a procédé le 22 octobre 2013 à une inspection des conditions de réalisation de cette expertise, réalisée dans les locaux de CEGELEC et en présence d'AREVA.

Ce premier examen n'a pas permis d'identifier les causes du blocage de la source. L'ASN a demandé à CEGELEC et AREVA NP de poursuivre les investigations.

Cet événement n'a engendré aucune exposition anormale des travailleurs et du public et a été classé au niveau 0 de l'échelle INES.

## L'appréciation sur la radioprotection dans les domaines industriel, de recherche et vétérinaire, et perspectives

Dans le domaine du contrôle des applications des rayonnements ionisants dans le secteur industriel, de la recherche et vétérinaire, l'ASN œuvre pour que les opérateurs prennent pleinement en compte les risques liés à l'utilisation des rayonnements ionisants. Ceci est d'autant plus nécessaire que les acteurs sont divers et nombreux.

### Radiographie industrielle

Les activités de radiologie industrielle sont des activités à forts enjeux de radioprotection pour les travailleurs et constituent une priorité d'inspection pour l'ASN, avec plus de 110 inspections réalisées par an dans ce domaine, y compris des inspections inopinées de nuit sur chantiers.

L'ASN a mené en 2013 une enquête nationale dans le domaine de la radiographie industrielle afin de préciser l'organisation de ce secteur sur le territoire et notamment le nombre et la répartition des installations, le nombre de tirs effectués et les effectifs des radiologues.

D'après l'enquête menée, 70 % des agences de radiographie industrielle disposent d'une installation fixe spécialisée (casemates) et 70 % des agences travaillent également en configuration dite « de chantier ».

50% des tirs réalisés en radiographie industrielle sont effectués en configuration de chantier. Dans cette configuration, les gammagraphes à l'iridium 192 sont les plus utilisés puisqu'ils concernent les deux tiers des chantiers. Les générateurs X sont utilisés principalement sur les autres chantiers. Très peu de tirs sont menés hors casemate avec des accélérateurs de particules, ou des gammagraphes au cobalt 60 ou au sélénium 75. Au global, un tir sur trois est effectué avec de l'iridium 192 en configuration de chantier. Les lieux de ces chantiers sont principalement les ateliers et procédés industriels ainsi que les INB.

La part importante de tirs au sein d'ateliers industriels suggère une application insuffisante du principe de justification car des pièces auraient vraisemblablement pu être transportées en casemate sécurisée dans de nombreux cas.

Par ailleurs, au travers de ses inspections, l'ASN juge que la prise en compte des risques est contrastée suivant les entreprises. La réglementation est globalement respectée en matière de formation des intervenants, de contrôle externe périodique des sources et appareils et de dosimétrie des travailleurs. En revanche, malgré des progrès, les préparations des interventions, notamment sur chantier pour la délimitation du zonage, les évaluations prévisionnelles de dose, et la coordination entre donneurs d'ordre et prestataires pour renforcer la préparation des interventions et permettre la mise en œuvre de mesures de prévention efficaces méritent encore une attention particulière de la part des différents intervenants. L'ASN juge préoccupants les défauts observés en matière de zonage car il constitue la principale barrière de sécurité en configuration de chantier en particulier pour prévenir les expositions incidentelles.

Les conditions d'opération sur chantier (accès difficile, travail nocturne...), l'entretien du matériel (projecteurs, gaines...) sont des paramètres majeurs pour la sécurité des personnes. Les incidents ont souvent pour origine des sources bloquées en dehors de la position de sécurité. L'ASN note que les cadences de tirs et l'état du matériel ne sont pas sans lien avec la probabilité d'incident. Elle rappelle par ailleurs que toute anomalie constatée lors de l'utilisation d'un gammagraphe, notamment des efforts anormaux lors de l'éjection ou de retour de la source, devrait conduire à un arrêt immédiat des opérations et à un contrôle du matériel. Par ailleurs, toute tentative de dépannage après un blocage de source devrait être proscrite et entraîner la mise en œuvre des plans d'urgence internes imposés par la réglementation et rarement établis.

Dans le domaine de la justification et de l'optimisation, les réflexions engagées par les professionnels du contrôle non destructif ont abouti à l'élaboration de guides. Parmi eux, on peut citer :

- un guide permettant d'apporter des éléments de réponse aux industriels souhaitant trouver une alternative au seul contrôle par gammagraphie à l'iridium 192 des soudures de fabrication des tuyauteries (projet ALTERX piloté par l'Institut de soudure) ;
- un guide piloté par la Confédération française pour les essais non-destructifs (COFREND) ayant pour but de promouvoir l'utilisation de méthodes de substitution qui comprennent des outils fonctionnels tels qu'un logigramme d'identification des conditions de remplacement de la gammagraphie ou des grilles de description du contrôle et de ses objectifs.

L'ASN juge insuffisante la mise en œuvre de ces guides et recommandations dans ce domaine et estime que les donneurs d'ordre ont un rôle primordial à jouer pour faire progresser la radioprotection dans le domaine de la radiographie industrielle, en particulier au niveau de l'évolution des codes de construction et de maintenance des équipements industriels afin de privilégier l'utilisation de méthodes de contrôle non ionisantes.

Comme indiqué au point 4, l'ASN a engagé avec la DGT une démarche visant à une refonte des textes réglementaires existants en la matière avec un renforcement des exigences dans le domaine de la justification, compte-tenu de l'existence de méthodes de substitution reconnues.

La conception des appareils, des installations, l'utilisation des appareils notamment sur chantiers et la formation des opérateurs seront examinés dans le cadre de ce processus de refonte réglementaire et au sein d'un groupe de travail regroupant les parties prenantes. Ce renforcement des contraintes impliquera également les donneurs d'ordre sur l'aspect de la justification et des moyens matériels et humains disponibles en cas d'incidents.

Les démarches régionales visant à établir des chartes de bonnes pratiques en radiographie industrielle mises en œuvre depuis plusieurs années sous l'impulsion de l'ASN et de l'inspection du travail, notamment dans les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Haute-Normandie, Rhône-Alpes, Nord - Pas-de-Calais et Bretagne/Pays de la Loire ont permis

### Gammagraphie – Des accidents graves à l'étranger

Les accidents en gammagraphie en France restent limités en nombre et en conséquence depuis mars 1979 où l'on se souviendra de l'amputation de la jambe d'un ouvrier, qui avait ramassé et mis dans sa poche une source d'iridium 192 de 518 GBq; cela avait conduit à un renforcement de la réglementation. L'ASN continue de relever des accidents significatifs dans le monde qui ont eu des effets déterministes majeurs. Parmi les exemples récents :

- en 2013, en Allemagne, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à plus de 75 mSv corps entier et 10 à 30 Gy aux extrémités (mains) en essayant de débloquer une source dans une gaine d'éjection.
- en 2012, un employé péruvien a été admis à l'hôpital Percy à Clamart à la suite d'une exposition de 1 à 2 Gy (corps entier) et 35 Gy à la main (70 Gy au bout des doigts) après avoir manipulé à mains nues une gaine d'éjection sans s'assurer de la position de la source. Le radiologue industriel a été partiellement amputé des doigts de la main gauche.
- en 2011, 5 travailleurs bulgares ont été admis à l'hôpital Percy à Clamart pour mise en œuvre de traitements lourds à la suite d'irradiations de l'ordre de 2 à 3 Gy dues à une erreur de manipulation d'un appareil de gammagraphie qu'ils pensaient déchargé de sa source.

en 2013 de poursuivre les échanges réguliers entre les différents acteurs. Les divisions de l'ASN et les autres administrations régionales concernées organisent également des colloques de sensibilisation et d'échange au plan régional pour lesquels un intérêt croissant des acteurs de cette branche est relevé.

#### Recherche

Le contrôle des établissements et laboratoires utilisant des sources dans le domaine de la recherche, réalisé par l'ASN depuis 2002, fait apparaître une nette amélioration de la radioprotection dans ce secteur. De manière générale, les actions engagées depuis quelques années ont produit des résultats appréciables dans la prise en compte de la radioprotection au sein des activités de recherche et la prise de conscience globale des enjeux de radioprotection.

Les améliorations les plus marquantes concernent l'implication de la PCR, la formation des travailleurs exposés, les contrôles techniques de radioprotection et les conditions d'entreposage des déchets et effluents.

La situation reste tout de même perfectible sur certains points notamment sur les contrôles internes de radioprotection (programme, périodicité, traçabilité), la déclaration et le suivi des événements significatifs et sur l'élimination des effluents et des déchets radioactifs, y compris les anciennes sources scellées.

Sur ce point, des difficultés techniques, économiques et réglementaires sont relevées par l'ASN qui apportera sa contribution au groupe de travail créé spécifiquement sur cette question dans le cadre du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR).

En 2013, l'ASN a renforcé ses contacts avec les inspecteurs de santé et sécurité au travail du ministère chargé de la recherche afin d'échanger sur les pratiques de l'inspection et mettre en place des modalités d'informations réciproques permettant d'améliorer l'efficacité et la complémentarité des inspections. Une convention est en cours d'élaboration pour clarifier cette collaboration et faciliter l'organisation d'inspections conjointes.

#### Vétérinaires

Depuis maintenant plusieurs années, la situation administrative des structures vétérinaires est en constante amélioration (fin 2013, on compte près de 3 100 structures déclarées ou autorisées) mais n'est pas encore satisfaisante au regard du nombre d'établissements mettant en œuvre des rayonnements ionisants sur le territoire (environ 5 000 structures).

Parmi les activités vétérinaires, celles réalisées sur les grands animaux (majoritairement des chevaux) et à l'extérieur des établissements vétérinaires spécialisés en conditions dites « de chantier », sont jugées comme celles comportant le plus

### Les activités de recherche

L'utilisation de rayonnements ionisants dans les activités de recherche s'étend dans différents domaines que sont la recherche médicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, la caractérisation de matériaux... Elle s'exerce en majorité par l'emploi de sources non scellées ( $^{125}\text{I}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{33}\text{P}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ...). Des sources scellées ( $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ...) sont également utilisées dans des chromatographes en phase gazeuse ou des compteurs à scintillation ou, avec des sources de plus fortes activités, dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X servent à des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Par ailleurs, on note l'existence de scanners pour petits animaux (recherche en cancérologie) dans des laboratoires de recherche et de facultés de médecine. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

Le nombre d'autorisations délivrées par l'ASN dans le secteur de la recherche se stabilise autour de 800. Chaque année, l'ASN mène en moyenne 60 inspections dans ce secteur.



d'enjeux de radioprotection, notamment par rapport aux personnes extérieures à la structure vétérinaire qui participent à ces interventions.

En 2012, l'ASN a mené une action de contrôle ciblée vis-à-vis de ces structures vétérinaires mettant en œuvre des générateurs de rayons X mobiles, à l'extérieur de leurs établissements, dans le cadre de radiodiagnostic dans le secteur équin. Les informations recueillies pour les 47 structures contrôlées en 2012 (représentant environ 30 % des structures pratiquant cette activité) ont fait l'objet d'une synthèse en 2013 qui met en évidence les constats suivants :

- **Situation administrative** : l'utilisation de générateurs de rayons X mobiles relève d'une autorisation délivrée en application du code de la santé publique. 19 % des établissements contrôlés étaient autorisés, 36 % ne disposaient pas d'une telle autorisation mais avaient engagé une démarche de régularisation de leur activité alors que 45 % n'en n'avaient engagée aucune. La régularisation administrative est donc insuffisante. De bonnes pratiques de terrain en radioprotection ont néanmoins été observées dans des structures non autorisées.
- **Organisation de la radioprotection (PCR, formation, contrôles, évaluation des risques, études de poste)** : l'ASN constate une forte présence de PCR internes, une bonne organisation générale de la radioprotection (contrôles externes de radioprotection, utilisation des équipements de protection individuelle). Des améliorations restent à apporter dans la mise en place du zonage lors des opérations « de chantier » et de la radioprotection des personnels extérieurs aux structures vétérinaires.
- **Lieux de réalisation des diagnostics et conditions de réalisation des diagnostics en dehors de l'établissement vétérinaire** : bien que 62% des structures équines contrôlées aient la possibilité d'effectuer des diagnostics dans leur propre établissement, l'ASN constate une utilisation très disparate de ces équipements. Seule la moitié des établissements utilise

majoritairement leurs structures considérant qu'elles apportent de meilleures conditions de radioprotection alors que 30% réalisent majoritairement ces diagnostics à l'extérieur, souvent dans les box. Près de 50% des installations dans lesquelles les structures vétérinaires interviennent régulièrement disposent de box dédiés à la réalisation de ces diagnostics.

La forte implication de la profession à l'échelle nationale pour harmoniser les pratiques, sensibiliser et former des élèves-vétérinaires, élaborer des documents cadres et des guides est un élément jugé très positif par l'ASN qui participe chaque année à des rencontres avec les instances nationales de la profession (et plus particulièrement la Commission de radioprotection vétérinaire) en collaboration avec la DGT.

L'ASN encourage les professionnels à poursuivre ces travaux en menant une réflexion, d'une part, sur la justification d'effectuer des diagnostics en conditions de chantier lorsque des installations spécifiquement conçues pour leur réalisation sont disponibles et, d'autre part, sur l'optimisation des modalités d'intervention en configuration de « chantier » déjà engagée.

Les inspections réalisées par l'ASN ont également mis en évidence que les travaux menés dans le domaine de la radioprotection par les institutions professionnelles nationales sont inégalement pris en compte sur le terrain.

### Activité de dépose de paratonnerres

L'activité de dépose de paratonnerres anciens contenant des sources radioactives présente des enjeux importants de radioprotection (voir point 3-2-2). Un guide, actuellement en cours d'élaboration par l'ASN, l'ANDRA et l'IRSN sera publié en 2014 à l'attention des professionnels. Parallèlement, l'ASN proposera les modalités d'un retrait accéléré au Gouvernement en lien avec les capacités de reprise de l'ANDRA.

### Fournisseurs de sources de rayonnements ionisants

Comme présenté au point 3-4, l'ASN considère que les fournisseurs de générateurs électriques de rayonnements ionisants font l'objet d'un encadrement réglementaire encore insuffisant, alors que la mise sur le marché d'appareils revêt une importance première pour l'optimisation de l'exposition ultérieure des utilisateurs de ces mêmes appareils. Les travaux menés par l'ASN dans ce domaine ont conduit à la publication de la décision n° 2013-DC-0349 de l'ASN du 4 juin 2013 et seront poursuivis en 2014 pour proposer un projet de décision fixant les exigences techniques pour les appareils distribués en France.

### Cyclotrons

Dans le domaine de la production de radiopharmaceutiques, on dénombre en France 32 cyclotrons de basses et de moyennes énergies parmi lesquels 29 sont en fonctionnement : 22 cyclotrons sont utilisés pour la production quotidienne de médicaments destinés à l'imagerie médicale, 7 cyclotrons sont uniquement utilisés à des fins de recherche, 4 cyclotrons sont exploités pour un usage mixte de production et de recherche (voir également point 2-3).

Dans ce domaine pour lequel l'ASN exerce sa mission de contrôle depuis début 2010, chaque nouvelle installation ou toute modification importante sur une installation existante fait l'objet d'une instruction complète par l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection sur ces installations doivent

### Positionnement d'une caméra scintigraphique pour examiner la région lombaire d'un cheval



### Laboratoires Cyclopharma – Site de Toulouse – Fuite d’une cible de cyclotron

La société SA Laboratoires Cyclopharma a informé l’ASN le 10 juillet 2013 d’une fuite de fluor 18 survenue dans son établissement de Toulouse.

Le fluor 18 est un radionucléide utilisé en médecine nucléaire. Il est produit dans des installations industrielles spécifiques au moyen d’un cyclotron, par bombardement de protons sur une cible contenant un isotope de l’oxygène.

Lors d’une production, un passage des radionucléides à travers la cible vers le circuit fermé d’eau de refroidissement a été constaté. Les radionucléides se sont concentrés dans la cartouche de déminéralisation d’eau autour de laquelle un débit d’équivalent de dose de 100 mSv par heure a été mesuré au contact du filtre, dans une zone où le personnel est susceptible de pénétrer. Dès détection de l’incident, l’exploitant a mis en place des dispositifs de surveillance d’ambiance radiologique et a déterminé un périmètre de sécurité de façon à prévenir tout risque d’exposition anormale des travailleurs et du public. Il a par ailleurs alerté l’ASN et l’a tenu informée au fur et à mesure des mesures de protection mises en place et des résultats des investigations engagées.

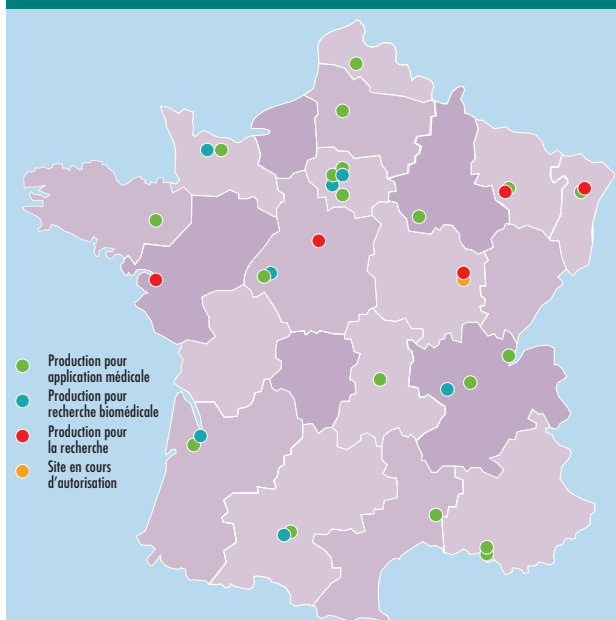
L’ASN a mené une inspection le 22 juillet 2013 sur ce site afin de contrôler la bonne mise en œuvre des actions correctrices et de vérifier les conditions de maintenance du cyclotron.

À la demande de l’ASN, des investigations ont été réalisées par le fabricant de la cible, GE Healthcare, qui a conclu à un défaut de fabrication d’une des pièces constituant la cible et a mis en place un rappel des pièces incriminées au niveau mondial et des renforcements sur le contrôle des constituants de cibles dans son usine de fabrication.

À la suite de cet événement, l’ASN a demandé à l’ensemble des exploitants français utilisant un cyclotron de mettre à jour leur analyse des risques et a émis des recommandations sur le renforcement de la surveillance des mesures radiologiques d’ambiance, en particulier lors des phases de tirs des cyclotrons. L’ASN a par ailleurs pris contact avec les autres fabricants de cyclotrons afin d’étudier le possible caractère générique de cet incident.

Cet événement n’a engendré aucune exposition au-delà des limites réglementaires pour les travailleurs et le public et a été classé au niveau 0 de l’échelle INES.

#### Carte des cyclotrons en France métropolitaine



être pris en compte dès la conception. L’application des normes, en particulier la norme NF M 62-105 « Accélérateurs industriels : installations », ISO 10648-2 « Enceintes de confinement » et ISO 17873 « Système de ventilation des installations nucléaires », garantit une utilisation sécurisée des équipements et permet une réduction importante des risques.

L’ASN réalise une douzaine d’inspections dans ces établissements chaque année. Les aspects liés à la radioprotection, à la sécurité d’utilisation ainsi qu’au bon fonctionnement des

cyclotrons et des plateformes de production font l’objet d’une attention particulière lors des inspections. Ces établissements disposent d’une organisation de la radioprotection satisfaisante et d’une bonne connaissance de la réglementation. Des plans d’actions nationaux sont mis en place par les exploitants et sont suivis par l’ASN dans l’objectif d’une amélioration continue de la radioprotection et de la sécurité de ces installations.

Le cyclotron ne contient pas de source radioactive permanente. En fonctionnement normal, la durée de vie très courte des radio-isotopes fabriqués (moins de 2h) permet une décroissance très rapide. Les unités de production disposent de systèmes de piégeage des gaz radioactifs émis lors des synthèses. Les rejets dans l’environnement sont suivis par le fabricant et des limites sont fixées dans les autorisations délivrées par l’ASN. Les déchets liquides et solides contenant des radio-isotopes émetteurs de positons sont stockés pendant plusieurs jours avant d’être traités comme des déchets non radioactifs.

Parmi les incidents survenus en 2013, un événement concernant un cyclotron a donné lieu à un retour d’expérience approfondi (voir encadré).

#### Sécurité des sources

Le processus législatif initié en 2008 par le Gouvernement avec le concours de l’ASN a conduit au dépôt d’un projet de loi au Sénat en 2012 en vue de la mise en place d’un contrôle de la protection des sources radioactives contre les actes de malveillance. En 2013, l’ASN poursuivra, avec ses partenaires institutionnels, la préparation des textes d’application nécessaires à la mise en œuvre effective du contrôle. Parallèlement, elle poursuivra les actions engagées en 2013 visant à réaliser un état des lieux sur les installations existantes et à anticiper la formation de ses agents et le développement d’outils adaptés pour une prise en charge rapide et efficace de cette nouvelle mission.