

## Radioprotection: secteur recherche

# Appareils électriques émettant des rayons X

Cette fiche, qui fait partie d'une collection réalisée par type d'activité dans le secteur de la recherche, concerne l'usage des appareils électriques émettant des rayons X, à champs continus ou pulsés (dénommés générateurs de rayons X dans la suite de la fiche). Elle est destinée aux acteurs de la radioprotection des travailleurs: salariés compétents en matière de prévention des risques professionnels, assistants ou conseillers de prévention, conseillers en radioprotection (CRP), services de prévention et de santé au travail (SPST) et responsables (employeurs...). Elle s'adresse aussi aux utilisateurs de ces techniques (chercheurs, ingénieurs, techniciens...).

Chaque fiche présente les différentes procédures, les dangers spécifiques, l'évaluation des risques ainsi que les méthodes de prévention, sans avoir vocation à se substituer aux documents émanant de la Direction générale du travail (DGT) ou de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

La mise à jour de l'ensemble de la collection est réalisée par un groupe de travail associant des professionnels de terrain, l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (voir la composition du groupe en page 125).

Cette fiche annule et remplace la FR 11 portant le même titre et parue en 2019.

## 1 DÉFINITION DES APPAREILS ET TYPES DE TECHNIQUES CONCERNÉS

Les appareils électriques émettant des rayons X (RX) sont composés *a minima* des éléments suivants:

- générateur haute tension;
- tube radiogène;
- gaine protectrice;
- liaison haute tension;
- système de commande.

La **figure 1** présente la structure du tube radiogène et de la gaine protectrice d'un dispositif d'émission de RX.

Les accélérateurs de particules font l'objet d'une fiche spécifique.

Les appareils électriques émettant de façon non désirée des RX (sources ou implanteurs d'ions, klystrons...) présentent des risques similaires aux générateurs de RX et sont soumis aux mêmes principes de prévention et démarche d'évaluation.

La suite de la fiche traitera des générateurs de RX utilisés pour produire des RX intentionnellement (hors émission de RX parasites).

Liste (non exhaustive) des utilisations rencontrées:

- analyse par diffraction X (analyse spectrale et structurale, caractérisation des matériaux, étude des nanomatériaux...);
- analyse par fluorescence X (caractérisation des matériaux...);
- irradiation (mécanismes de cancérogénèse radio-induite, aplasie,

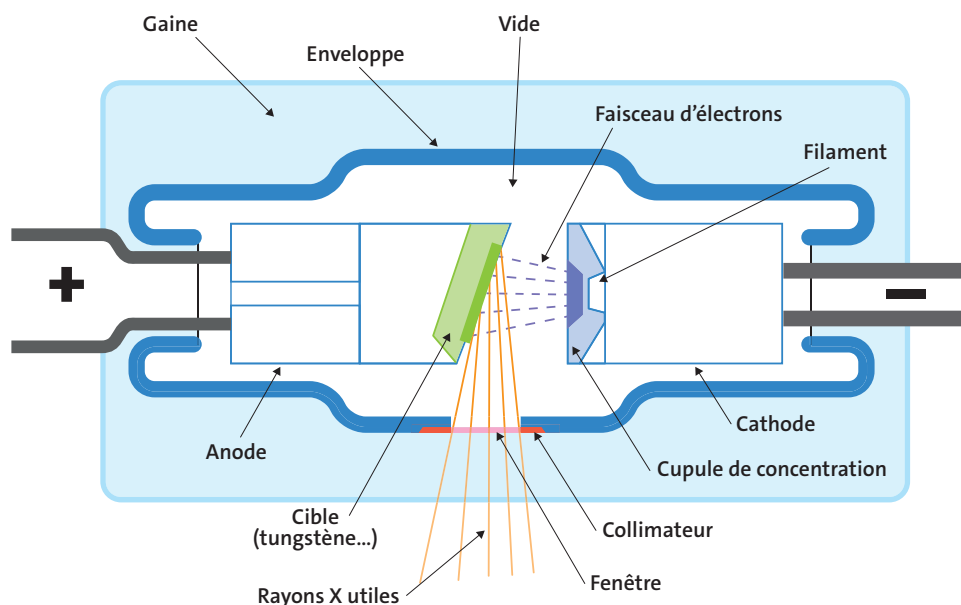


Figure 1: Tube radiogène et gaine protectrice d'un dispositif d'émission de rayons X.

1. La fiche n'abordera pas les techniques mettant en œuvre des sources non scellées ni la tomодensitométrie. Voir les fiches FR 9 et FR 10 pour l'emploi des sources non scellées dans le secteur de la recherche, et la fiche FR 17 pour la tomодensitométrie dans le secteur médical.

2. Il est interdit d'employer des travailleurs temporaires ou en contrat à durée déterminée à des travaux accomplis dans une zone où la dose efficace susceptible d'être reçue, intégrée sur 1 heure, est égale ou supérieure à 2 mSv, soit dans les zones contrôlées orange et rouge (article D. 4154-1 du Code du travail).

3. De la responsabilité du responsable de l'activité nucléaire.

4. Le régime administratif applicable dépend de la finalité, médicale ou non, des activités de recherche. Les critères sont détaillés dans l'annexe (voir p. 126).

5. <https://www.asn.fr/espace-professionnels/formulaires-administratifs>.

étalonnage d'appareils de mesure...);

■ imagerie en recherche : radiographie, imagerie par scanner à rayons X éventuellement combiné à une gamma-caméra ou un tomographe par émission de positons<sup>1</sup>, imagerie par technique de la radiographie éclair...

## 2

### PERSONNEL CONCERNÉ PAR LE RISQUE

L'ensemble des dispositions ci-après, à mettre en œuvre par l'employeur ou son représentant, s'applique aux agents et salariés, y compris temporaires<sup>2</sup>, de l'établissement, aux salariés d'entreprises extérieures (EE), aux étudiants stagiaires, ainsi qu'à toute personne placée à quelque titre que ce soit sous l'autorité de l'employeur. Il s'applique également aux travailleurs indépendants et aux employeurs.

Dans le cas d'intervention d'EE, une coordination doit être mise en place entre le responsable de l'entreprise utilisatrice (EU) et celui de l'EE. Les mesures à prendre pour prévenir les risques identifiés pouvant résulter de l'interférence entre les activités concernent les installations et les matériels. La coordination en est assurée par le responsable de l'EU. Ces mesures sont formalisées dans un plan de prévention écrit, quelle que soit la durée de cette intervention.

Sont en particulier concernées par le risque radiologique :

■ Toute personne utilisant des générateurs de RX : chercheurs, techniciens, ingénieurs, docteurs, postdoctorants, étudiants stagiaires...

■ Toute autre personne amenée à intervenir sur des générateurs de RX ou dans les locaux où ceux-ci sont installés : acteurs de la prévention, services techniques, entreprises extérieures (sociétés de

maintenance, organismes assurant les vérifications réglementaires...)...

## 3

### DÉROULEMENT DES PROCÉDURES PRÉALABLES À L'UTILISATION DE GÉNÉRATEURS DE RX

Préalablement à l'acquisition d'un générateur de RX et au démarrage des activités, l'employeur devra, avec l'aide du salarié compétent ou du CRP le cas échéant, réaliser l'évaluation des risques. Pour ce faire, il devra :

- obtenir la documentation technique et de sécurité spécifique à l'appareil auprès du fournisseur;
- vérifier le régime administratif (« exemption », déclaration, enregistrement ou autorisation) selon le type d'appareil et en tenant compte des modalités d'utilisation<sup>4</sup>, et s'assurer du respect des exigences associées<sup>5</sup> (annexe p. 126);
- identifier ses modalités d'utilisation pour s'assurer de l'adéquation entre la conception du lieu de travail et les caractéristiques de l'appareil;
- veiller au respect des règles techniques définies par la réglementation applicables à la conception des locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des RX.

Les appareils doivent justifier de la conformité à la norme NFC74-100 ou à une norme européenne équivalente.

Le lecteur pourra se reporter au paragraphe 6 « Stratégie de maîtrise de risque ».

## 4

### DANGER ET IDENTIFICATION DU RISQUE RADIOLOGIQUE

#### 4.1 Danger

Production de RX : rayonnement direct incident (utile), rayonnement

transmis, rayonnement diffusé (causé par les éléments positionnés dans le faisceau), rayonnement de fuite (au niveau de la gaine...).

#### 4.2 Risque radiologique

Exposition externe en fonction des caractéristiques de l'émission (énergie, débit de dose...), de la durée d'exposition, des moyens de protection en place et de la distance entre la source de RX et le travailleur.

Aucun risque d'exposition aux RX si le dispositif émetteur n'est pas mis sous tension ou s'il est verrouillé sur une position interdisant toute émission de RX.

## 5

### ÉVALUATION DU RISQUE RADIOLOGIQUE ET DÉTERMINATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION

Dans le cadre de l'évaluation des risques, l'employeur doit :

- analyser en amont les phases d'utilisation (réglage, préchauffage, fonctionnement/émission, maintenance);
- caractériser les incidents raisonnablement prévisibles;
- identifier les zones délimitées;
- réaliser les évaluations individuelles d'exposition.

Suite à l'évaluation préalable des risques, il devra mettre en place une organisation de la radioprotection prévue par le Code du travail dès lors qu'il met en œuvre au moins l'une des mesures suivantes :

- surveillance dosimétrique individuelle;
- délimitation de zones en fonction des niveaux d'exposition auxquels les travailleurs sont susceptibles d'être soumis;
- vérification des équipements et lieux de travail.

L'employeur désigne un ou plusieurs conseiller(s) en radioprotection (personne(s) compétente(s) en radioprotection (PCR) et/ou

organisme compétent en radioprotection (OCR), pôle de compétences) bénéficiant du temps et des moyens nécessaires à ses (leurs) missions.

Le CRP mène l'évaluation du risque sous la responsabilité de l'employeur (ou de son représentant responsable de l'application des règles de santé et de sécurité). La mise en service puis l'exploitation des installations sont subordonnées à la réalisation des vérifications réglementairement prévues (voir § 6.3 à 6.6).

L'inventaire des appareils émetteurs de rayonnements ionisants est transmis à l'IRSN tous les trois ans pour les équipements soumis à déclaration et enregistrement, et tous les ans pour les équipements soumis à autorisation<sup>6</sup>.

### 5.1 Éléments d'évaluation du risque radiologique

La première approche de l'évaluation du risque est documentaire (données issues du constructeur ou de la littérature portant sur des installations et expérimentations similaires).

Les éléments à rassembler sont *a minima*:

- les données dosimétriques fournies par les fabricants;
- les caractéristiques du générateur de RX (réglages des paramètres : haute tension, intensité, durée d'émission, fréquence d'impulsion...);
- l'analyse des différentes phases et configurations d'utilisation afin d'identifier celles comportant un risque d'exposition aux RX. Elle prendra en compte l'accessibilité au faisceau de RX et, éventuellement, au rayonnement diffusé pour déterminer la possibilité d'exposition globale ou partielle (organisme entier, extrémités, peau, cristallin);
- les incidents raisonnablement prévisibles inhérents au procédé de travail;

- les moyens de protection collective (blindage du générateur de RX et le cas échéant de son enceinte, parois et porte du local, paravents plombés);

- l'estimation des expositions par démonstration théorique (simulation, calcul...);

- les retours d'expérience (REX) sur des installations similaires.

L'évaluation du risque ou ses mises à jour peuvent être complétées en s'appuyant sur les résultats des mesurages obtenus lors des vérifications initiales effectuées par un organisme accrédité, ou lors de la première vérification périodique.

On entend par surface accessible toute zone accessible par tout ou partie d'une personne (doigt, main, corps entier...), volontairement ou non, sans démontage ou modification physique de l'appareil ou de ses accessoires<sup>7</sup>.

Dans le cas d'un générateur de RX, le caractère inaccessible du faisceau peut résulter de la conception de l'appareil ou être le fait de l'utilisateur. Le lecteur se reportera à la **figure 2** pour des exemples.

Exemples, non exhaustifs, de situations d'accessibilité, ou non, du faisceau de RX:

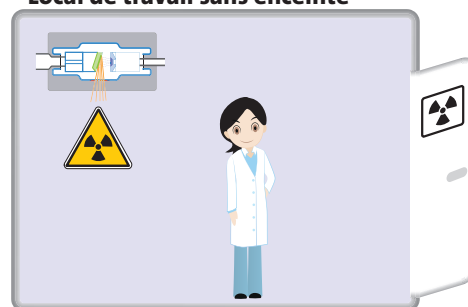
- Diffraction X, appareil contenu dans une enceinte:

- lors des phases de réglages manuels, enceinte et obturateur ouverts, la zone dans laquelle se trouve le faisceau est accessible;
- lors du changement d'échantillon, obturateur fermé, la zone dans laquelle se trouve le faisceau est inaccessible;
- lors de la mesure, enceinte fermée, la zone dans laquelle se trouve le faisceau est inaccessible.

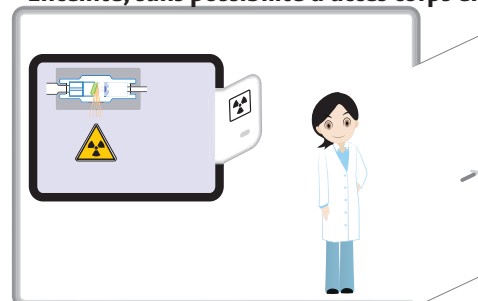
- Fluorescence X:

- appareil contenu dans une enceinte par conception:
  - en phase de mesure, la zone

#### Local de travail sans enceinte



#### Enceinte, sans possibilité d'accès corps entier



#### Enceinte, avec possibilité d'accès corps entier

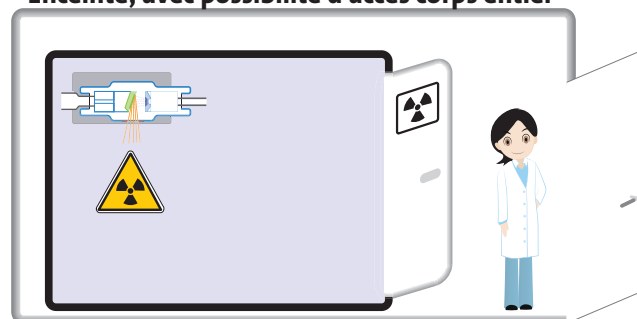


Figure 2: Exemples d'accessibilité en fonction du local de travail.

dans laquelle se trouve le faisceau est inaccessible;

- lors du changement d'échantillon, l'accès à la zone dans laquelle le faisceau se trouve est possible si celui-ci est obturé ou si le tube radiogène n'est plus alimenté en haute tension;

- appareil porté par l'opérateur pendant l'émission de RX (de type pistolet) : la zone dans laquelle se trouve le faisceau est accessible en l'absence de coupure à une enceinte.

6. <https://sigis.irsn.fr/sigis-web-fo/irsn/login>.

7. Article R. 1333-106, II du Code de la Santé publique.

8. Article L. 4121-3-1 du Code du travail.

9. Instruction N° DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018 : défaillance potentielle du premier moyen de prévention (premiers systèmes de verrouillage de sécurité, non-respect d'une consigne de sécurité).

10. Annexe de l'arrêté du 15 mai 2006 modifié relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées dites zones délimitées compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants.

■ Irradiation:

La zone dans laquelle se trouve le faisceau est inaccessible soit par verrouillage de l'enceinte en émission, soit par rupture d'émission à l'ouverture de l'enceinte.

■ Radiographie:

● cas général : pas de présence d'opérateur dans le local ou l'enceinte pendant l'émission de RX;

● dans une enceinte fermée dans laquelle la présence d'une personne (corps entier) n'est matériellement pas possible, la zone dans laquelle se trouve le faisceau n'est pas accessible;

● la présence d'un opérateur dans le local pendant l'émission de RX doit être indispensable et justifiée. L'opérateur est susceptible d'être exposé au rayonnement diffusé pour l'organisme entier et le cristallin, et au faisceau primaire au niveau des extrémités en fonction des tâches effectuées (radiologie interventionnelle préclinique...).

Les résultats de l'évaluation préalable des risques doivent être consignés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP). Celui-ci, dans ses versions successives, est conservé par l'employeur pendant une durée minimale de 40 ans, et tenu à la disposition des travailleurs, des anciens tra-

vailleurs ainsi que de toute personne ou instance pouvant justifier d'un intérêt à y avoir accès<sup>8</sup>.

**5.2 Identification et signalisation des zones délimitées**

La définition des zones est fixée par la réglementation et traduit la gradation du risque (figure 3). L'identification et la délimitation de ces zones sont mises en œuvre par l'employeur ou son représentant, sur proposition du CRP, sur la base de l'évaluation préalable du risque radiologique.

Pour les installations fixes, la démarche consiste à identifier les zones où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des doses supérieures à 0,08 millisievert/mois (mSv/mois) pour l'organisme entier ou à 4 mSv/mois pour les extrémités ou la peau.

La signalisation de la source d'émission de RX est obligatoire. L'identification des zones se fait à partir des niveaux d'exposition potentiels, qu'ils concernent l'organisme entier et/ou les extrémités et/ou la peau:

- dans les situations représentatives des conditions normales d'utilisation les plus pénalisantes;
- en considérant le lieu de travail occupé de manière permanente (170 heures/mois);
- en incluant les incidents raison-

nablement prévisibles<sup>9</sup> inhérents au procédé de travail ou du travail effectué;

■ en tenant compte des équipements de protection collective (EPC), comme l'enceinte. En revanche, les équipements de protection individuelle (EPI) ne sont pas pris en compte.

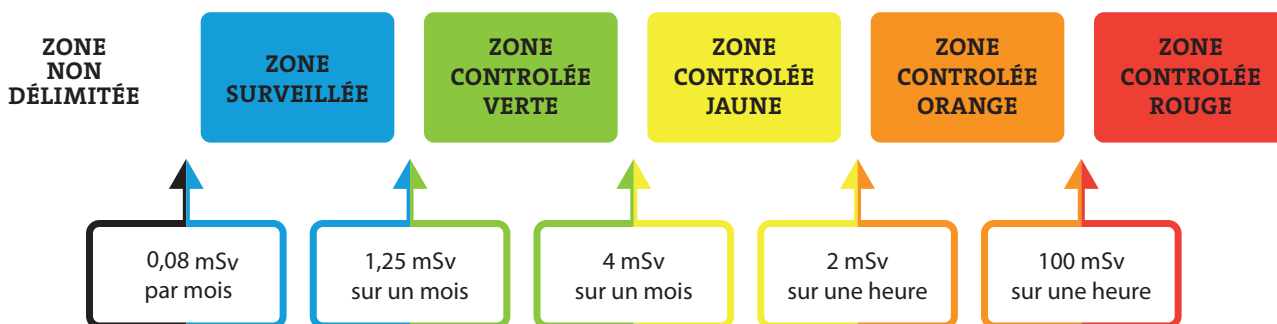
Les zones sont délimitées de façon continue, visible et permanente par une signalétique adaptée<sup>10</sup>. La présence, au niveau de chaque accès, d'un plan de l'installation sur lequel figurent les zones délimitées, peut répondre à cette exigence.

Une zone d'extrémités est définie lorsque le zonage organisme entier ne permet pas de garantir le respect des valeurs limites d'exposition réglementaires s'appliquant aux extrémités et à la peau.

Lorsque les conditions d'utilisation le permettent, une zone surveillée intermittente ou contrôlée intermittente peut être définie le cas échéant. Un dispositif lumineux garantit la cohérence permanente entre le type de zone et sa signalisation.

Pour les appareils mobiles ou portables, lorsque la dose efficace évaluée à 1 m de la source est supérieure à 2,5 microsieverts intégrée sur une heure, une zone d'opération est délimitée telle qu'à sa périphérie, la dose

Figure 3: Différents types de zones délimitées en fonction de l'exposition de l'organisme entier, exprimée en dose efficace intégrée par ou sur la période considérée (d'après l'instruction N° DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018).



efficace intégrée sur une heure demeure inférieure à 25 microsieverts. Cette disposition ne s'applique pas en cas d'utilisation à poste fixe ou couramment dans le même local. Dans ces cas de figure, en effet, la réglementation concernant les installations fixes s'applique.

Dans le cas des appareils autoprotégés où l'accès au faisceau est impossible et dont la taille d'enclume rend matériellement impossible la présence d'une personne, il n'y a pas lieu d'identifier de zone délimitée.

La délimitation des zones est consignée dans le DUERP.

### 5.3 Contraintes de dose

L'employeur définit au préalable des contraintes de dose individuelles pour toute activité réalisée en zone contrôlée, en zone d'extrémités ou en zone d'opération. Ces contraintes constituent des niveaux de référence internes à l'établissement permettant de piloter les mesures d'optimisation de la radioprotection. Elles sont définies en dose efficace sur 12 mois pour une activité régulière en zone contrôlée ou en zone d'extrémités, et en dose efficace sur la durée de l'intervention pour des travaux en zone contrôlée jaune, orange et rouge.

Par la suite, les niveaux d'exposition et les contraintes de dose seront affinés par :

- les résultats des mesures effectuées lors des vérifications périodiques;
- les résultats de la surveillance dosimétrique individuelle (SDI);
- les résultats de la dosimétrie opérationnelle le cas échéant;
- le REX d'utilisation;
- l'analyse des dysfonctionnements et événements significatifs de radioprotection (ESR).

En cas de dépassement d'une contrainte de dose, le CRP informe l'employeur. Il analyse les causes de

dépassement, réévalue les moyens de prévention et la contrainte de dose le cas échéant.

## 5.4 Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail et classement des travailleurs

### 5.4.1 Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail

**L'évaluation individuelle de l'exposition a pour objectif de définir les mesures de prévention et de suivi individuel (SDI, suivi individuel de l'état de santé, formation et information). Elle fonde le classement des travailleurs en référence aux niveaux de doses retenus pour chaque catégorie.**

L'évaluation individuelle de l'exposition doit être réalisée préalablement à l'affectation au poste. Elle s'applique à tous les travailleurs accédant en zone délimitée. Elle est communiquée au médecin du travail lorsque l'employeur propose un classement. L'évaluation individuelle de l'exposition :

- prend en compte la nature du travail, les caractéristiques des RX, l'existence d'autres sources de rayonnements ionisants, sur la base de la fréquence et de la durée des expositions sur l'ensemble des postes de travail occupés par le travailleur (dans l'établissement et lors d'interventions ponctuelles dans d'autres établissements);
- intègre l'ensemble des tâches réalisées sur une année, en tenant compte de la variabilité des pratiques individuelles, des incidents raisonnablement prévisibles et des expositions potentielles en découlant;
- prend en compte les EPC et les EPI utilisés;
- vise à déterminer la dose efficace et les doses équivalentes que le travailleur est susceptible de recevoir sur les 12 mois consécutifs à venir.

Ses résultats doivent pouvoir être consultés pendant au moins 10 ans. Chaque travailleur a accès à l'évaluation le concernant.

À la première mise en œuvre, *a minima*, chacune des étapes du protocole donne lieu à des mesures de débit de dose et du temps d'exposition, et/ou à des mesures de dose intégrée, en différents points représentatifs, pour évaluer l'exposition individuelle. Toute modification significative du protocole et/ou des conditions de travail nécessitera une actualisation de cette évaluation.

Dans le cadre du recours au travail temporaire, le responsable de l'EU doit indiquer les risques particuliers pour la santé et la sécurité inhérents au poste de travail dès la signature du contrat de mise à disposition. Il doit communiquer à l'entreprise de travail temporaire les éléments permettant d'établir l'évaluation individuelle de l'exposition liée à la mission confiée avant la mise à disposition du travailleur.

### 5.4.2 Classement des travailleurs

Le classement s'applique à tout travailleur dont le résultat de l'évaluation individuelle d'exposition a montré un risque de dépassement de l'une des valeurs limites fixées pour un travailleur non exposé au risque radiologique. Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) et les niveaux de dose définissant les catégories de classement A et B sont définis respectivement aux articles R.4451-6 et R.4451-57 du Code du travail. Ils sont présentés dans le [tableau I page suivante](#).

Le classement est défini par l'employeur, après avis du médecin du travail, à partir de l'exposition la plus pénalisante. Il est apprécié au préalable avec le CRP selon

➤ TABLEAU I : VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE (VLEP) ET NIVEAUX DE DOSE DÉFINISSANT LES CATÉGORIES DE TRAVAILLEURS

	DOSES EFFICACES ET DOSES ÉQUIVALENTES (en mSv sur 12 mois consécutifs)		
	Organisme entier (dose efficace)	Extrémités et peau *	Cristallin**
Travailleurs non classés	≤ 1	≤ 50	≤ 15
VLEP (sauf travailleuses enceintes et travailleurs de 16 à 18 ans***)	≤ 20	≤ 500	≤ 20
Travailleurs, catégorie B (niveaux de dose)	> 1 et ≤ 6	> 50 et ≤ 150	-
Travailleurs, catégorie A (niveaux de dose)	> 6	> 150	> 15

11. <https://expro.irsn.fr>.

12. Article L. 4121-2 du Code du travail. Le lecteur pourra se reporter au dossier de l'INRS Démarche de prévention, accessible sur la page [www.irsn.fr/demarche/principes-generaux/introduction.html](http://www.irsn.fr/demarche/principes-generaux/introduction.html).

13. Article L. 1333-2 du Code de la Santé publique.

14. Arrêté du 2 septembre 1991 déterminant les prescriptions techniques auxquelles doivent satisfaire les générateurs électriques de rayons X utilisés en radiologie industrielle.

15. Arrêté du 29 septembre 2017 portant homologation de la décision n° 2017-DC-0591 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X.

\*: Pour la peau : dose moyenne sur toute surface de 1 cm<sup>2</sup>, quelle que soit la surface exposée.

\*\* : Il n'y a pas de classement en catégorie B uniquement au titre de l'exposition du cristallin.

\*\*\* : Les jeunes travailleurs âgés de 16 à 18 ans peuvent être affectés à des travaux exposant à des rayonnements ionisants par dérogation, sous réserve d'une nécessité liée aux besoins de leur formation. Les valeurs limites d'exposition qui s'appliquent alors, sur 12 mois consécutifs, sont de 6 mSv pour l'organisme entier, 150 mSv pour la peau et les extrémités, et 15 mSv pour le cristallin.

l'analyse de l'ensemble des expositions potentielles aux rayonnements ionisants de chaque travailleur. Un travailleur peut être classé en A ou en B du seul fait de sa dose aux extrémités.

L'IRSN établit un bilan annuel de l'exposition de l'ensemble des travailleurs faisant l'objet d'une surveillance dosimétrique<sup>11</sup>.

### 5.5 Choix de la surveillance dosimétrique individuelle

Une SDI adaptée aux caractéristiques des rayonnements ionisants est mise en place sur la base de l'évaluation individuelle de l'exposition :

■ **Pour l'exposition externe organisme entier** : port de dosimètre à lecture différée (passif).

■ **En cas d'exposition externe des extrémités et du cristallin** : port de bague pour les extrémités, dosimètre cristallin.

## 6 STRATÉGIE DE MAÎTRISE DE RISQUE

### 6.1 Principes de prévention des risques

La maîtrise des risques au poste de travail repose sur l'application des principes généraux de prévention<sup>12</sup> et sur les principes de radioprotection (justification, optimisation, limitation<sup>13</sup>), notamment :

- la suppression ou la limitation du risque;
- la réduction du niveau d'exposition (agencement des locaux et postes de travail, filtration, collimation du faisceau, paramétrages, temps, écran, distance, organisation du travail...);
- les vérifications réglementaires des lieux de travail, des générateurs de RX, des appareils de mesure et des dispositifs de protection et de sécurité, de signalisa-

tion lumineuse et d'alarme. Leurs résultats font l'objet d'un enregistrement systématique. Toute anomalie doit être analysée, traitée et tracée;

- la formation ou l'information sur les risques et les règles de radioprotection liés à la mise en œuvre des générateurs de RX.

### 6.2 Conception de l'installation

Les générateurs de RX doivent répondre à des exigences concernant la conception des appareils<sup>14</sup> et des locaux<sup>15</sup> dans lesquels ils sont utilisés.

Les règles techniques minimales de conception de locaux pour une utilisation donnée doivent être respectées. La réflexion sur les EPC doit être intégrée dès la conception des locaux.

Le responsable de l'activité nucléaire consigne dans un rapport technique daté tous les éléments permettant de montrer le res-

pect des exigences afférentes à la conception de l'installation.

D'une façon plus générale, les prescriptions réglementaires sur les mesures d'organisation et les conditions d'utilisation des équipements de travail doivent être mises en œuvre concernant :

- le risque électrique;
- les passages et allées de circulation (déplacements, apport ou évacuation de substances...), l'état des sols;
- la stabilité des équipements;
- l'ergonomie des postes de travail (incluant les opérations de maintenance);
- les circuits d'évacuation des personnes;
- ...

Il convient de dédier des espaces de travail à l'emploi des générateurs de RX. Il est recommandé que les activités de bureau soient réalisées dans des locaux distincts des activités d'expérimentation.

### 6.3 Vérifications initiales

Les vérifications initiales sont effectuées par des organismes accrédités. Elles doivent être réalisées lors de la mise en service d'un équipement ou à l'issue de toute modification importante de l'équipement, des lieux, des méthodes ou des conditions de travail susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs<sup>16</sup>.

Les résultats des vérifications initiales sont conservés dans le registre de sécurité jusqu'au remplacement de l'équipement ou à la cessation de l'activité nucléaire.

Quel que soit le régime administratif, une réception de l'installation doit être réalisée sur la base d'un examen de réception défini à l'article R.1333-139 du Code de la Santé publique, visant à vérifier la conformité des locaux. Tant qu'elle n'a pas été prononcée, l'enregistrement ou l'autorisation est limité à la détention de l'équipement et à son utilisation dans le cadre des

vérifications initiales. La réception de l'installation est formalisée par un document signé par le responsable de l'activité nucléaire. Elle inclut les vérifications prévues par les prescriptions générales ou particulières émises par l'ASN.

Dans le cadre des vérifications initiales (et périodiques) des appareils à champs pulsés, il est conseillé de réaliser des mesures de dose intégrée. L'emploi d'une autre technique doit être motivé.

#### 6.3.1 Vérification initiale du générateur de RX

La vérification initiale du générateur de RX permet de s'assurer qu'il est installé et utilisé conformément aux spécifications prévues, le cas échéant en se référant à la notice d'instructions du fabricant, et qu'il peut être utilisé en sécurité. Pour les équipements dont le niveau d'exposition au contact ne dépasse pas 10 microsieverts/heure, la première vérification périodique réalisée par le CRP est assimilable à une vérification initiale.

La vérification initiale doit être renouvelée à l'issue de toute modification importante de l'équipement, notamment celle résultant des mesures correctives mises en œuvre à la suite d'une non-conformité détectée lors d'une vérification périodique ou de la vérification après une opération de maintenance.

Cette vérification comporte la vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection et de sécurité (systèmes d'arrêt d'urgence...), de signalisation lumineuse et d'alarme présents sur l'équipement.

#### 6.3.2 Vérification initiale du lieu de travail

La vérification initiale du lieu de travail consiste à réaliser des mesures de doses intégrées et éventuellement de débits de dose dans les zones délimitées et les lieux de travail attenants à ces zones.

L'objectif est de vérifier l'adéquation de la délimitation des zones avec le risque d'exposition, ainsi que l'absence de dépassement des limites applicables dans les lieux attenants<sup>17</sup>. Cette vérification prend notamment en compte les protections mises en place.

La vérification initiale du lieu de travail doit être renouvelée à l'issue de toute modification importante susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs. Sont considérées comme telles notamment celles pouvant remettre en cause :

- des éléments de la conception de l'installation;
- des EPC;
- les conditions d'utilisation.

Sont également concernées, les modifications résultant de mesures correctives mises en œuvre à la suite d'une non-conformité détectée lors d'une vérification périodique.

Ces vérifications comportent une vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection et de sécurité (systèmes d'arrêt d'urgence, d'asservissement...), de signalisation lumineuse et d'alarme existants.

### 6.4 Vérifications périodiques

Les vérifications périodiques visent à s'assurer du maintien en conformité des équipements et des lieux de travail, notamment eu égard aux résultats des dernières vérifications initiales<sup>18</sup> ou de la première vérification périodique. Réalisées par le CRP ou sous sa supervision, elles ont pour but de déceler toute situation susceptible d'altérer l'efficacité des mesures de prévention. La méthode, l'étendue et la fréquence des vérifications périodiques sont conformes aux instructions définies par l'employeur en adéquation avec l'activité radiologique. L'employeur en établit le programme sur les conseils du CRP et justifie le délai entre deux

16. La méthode et l'étendue des vérifications initiales sont définies à l'annexe 1 de l'arrêté du 23 octobre 2020 relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants.

17. Article R. 4451-22 du Code du travail : pour l'organisme entier, dose efficace de 0,08 millisievert par mois.

18. Arrêté du 23 octobre 2020 modifié relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants.

vérifications périodiques. Ce programme doit être conservé dans un document interne, accessible aux agents de contrôle compétents, au Comité social et économique (CSE) ou à la Formation spécialisée en matière de santé, de sécurité et des conditions de travail (F3SCT) ou à la Formation spécialisée de service en matière de santé, de sécurité et des conditions de travail (F4SCT) ou, à défaut, aux salariés compétents.

En cas d'anomalies ou d'incidents, il est nécessaire de s'interroger sur la nécessité de modifier en conséquence le contenu de ces vérifications. Les modifications résultant de mesures correctives mises en œuvre à la suite d'une non-conformité détectée lors d'une vérification périodique donnent lieu à un renouvellement de vérification initiale. La réalisation des vérifications périodiques est tracée dans le registre de sécurité.

#### 6.4.1 Vérifications périodiques des générateurs de RX

Le délai entre deux vérifications périodiques de générateurs de RX ne peut pas excéder un an.

#### 6.4.2 Vérifications périodiques des lieux de travail

Elles comprennent les mesures de doses intégrées et éventuellement de débits de dose dans les zones délimitées et les lieux de travail attenants. Elles sont réalisées à une fréquence définie par l'employeur ou, le cas échéant, en continu. Dans le 1<sup>er</sup> cas, le délai entre deux vérifications périodiques des lieux de travail ne peut excéder trois mois dans les zones délimitées. Il peut être différent dans les lieux de travail attenants.

La vérification périodique comporte une vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection et de sécurité (par exemple systèmes d'arrêt d'urgence), de signalisation lumineuse et d'alarme.

#### 6.5 Vérification après remise en service de l'équipement

Cette vérification est réalisée après toute opération de maintenance, selon les mêmes modalités que la vérification périodique.

#### 6.6 Vérifications de l'instrumentation en radioprotection

Sont concernés par ces vérifications, les instruments ou dispositifs de mesure, fixes ou mobiles, ainsi que les dosimètres opérationnels. Ces vérifications sont réalisées par le CRP ou sous sa supervision.

Il faut :

- À la réception du matériel, s'assurer de l'adéquation de l'instrument ou dispositif de mesure (y compris les dosimètres opérationnels) à la nature et à l'énergie du rayonnement, au type de champ (pulsé ou continu), ainsi que de la pertinence de son emplacement et, le cas échéant, de la cohérence du mouvement propre.

- Avant chaque utilisation, s'assurer du bon fonctionnement des instruments de mesure de radioprotection (alimentation électrique, cohérence du mouvement propre).

- Périodiquement, réaliser une vérification des performances de mesure de ces instruments dans la gamme d'émissions pour laquelle ils sont utilisés (par le CRP s'il dispose des compétences et des moyens nécessaires ou, à défaut, par un organisme extérieur). Le délai entre deux vérifications ne peut excéder un an. L'employeur tient compte de la notice d'instructions du fabricant et de l'usage qui est fait de l'instrument. En fonction de l'écart constaté, la vérification peut être suivie d'un ajustage ou d'un étalonnage.

#### 6.7 Utilisation des générateurs de RX

Conformément aux principes de prévention et de radioprotection, il convient de réduire la fréquence de

l'utilisation des générateurs de RX au strict nécessaire.

L'utilisation de générateurs de RX nécessite de :

- En amont :

- établir et rédiger les protocoles (paramétrages de l'émission...);

- planifier son travail;

- privilégier l'utilisation d'un appareil dont le faisceau est inaccessible par conception ou, à défaut, le couplage des générateurs de RX à faisceau accessible avec une enceinte lorsque les conditions matérielles de l'expérimentation le permettent;

- s'assurer qu'aucune personne n'est présente dans la salle sauf situation le justifiant.

- Pendant leur utilisation :

- respecter les protocoles établis;

- si le type d'équipement et les modalités de l'expérimentation ne permettent pas d'exclure tout accès, s'assurer que personne n'entre dans la salle pendant l'émission de RX;

- privilégier les EPC (écrans en plomb d'épaisseur adaptée à l'énergie des RX);

- compléter avec des EPI si nécessaire (cf. paragraphe 6.8.2 «*Mesures techniques individuelles*»);

- le cas échéant, pour entrer en casemate, s'équiper d'un radiamètre visant à s'assurer de l'absence d'émission de RX.

#### 6.8 Mesures concernant les travailleurs

##### 6.8.1 Accès aux zones délimitées

L'accès aux zones délimitées est restreint aux travailleurs classés.

Toutefois, les travailleurs non classés peuvent accéder aux zones surveillées et contrôlées vertes sous certaines conditions (autorisation de l'employeur, information adaptée, port de dosimètre opérationnel en zone contrôlée). L'accès des travailleurs non classés en zone contrôlée jaune doit, en outre, être



préalablement justifié et s'accompagner d'une information renforcée. L'employeur s'assure par des moyens appropriés que l'exposition des travailleurs non classés demeure inférieure aux valeurs limites fixées pour les travailleurs non exposés au risque radiologique (*voir tableau I*).

La collaboration entre le médecin du travail et le CRP est essentielle.

### 6.8.2 Mesures techniques individuelles

Il convient de :

- porter les EPI nécessaires et appropriés au regard du risque radiologique, conformément aux informations données par le fabricant et en respectant les instructions de l'employeur ou de son représentant;
- vérifier le bon état des EPI;
- s'assurer que les conditions d'entreposage des EPI entre leurs utilisations sont appropriées.

Le choix des EPI doit prendre en compte plusieurs critères : énergie des RX (qui conditionne le choix du matériau et l'épaisseur équivalent plomb), morphologie du travailleur (ajustement du port), ergonomie. Il se fait en concertation avec le médecin du travail, qui recommande la durée maximale de port ininterrompu, et après consultation du CSE ou du F3SCT ou du F4SCT (ou en concertation avec les travailleurs concernés en l'absence d'instance compétente)<sup>19</sup>.

### 6.8.3 Formation et information

Une information et, le cas échéant, une formation appropriées, adaptées aux résultats de l'évaluation des risques, doivent être délivrées aux travailleurs.

#### 6.8.3.1 Formation et information des travailleurs

■ Formation et information sont organisées et délivrées avec le concours du CRP qui exerce ses missions en lien avec le médecin

du travail et le salarié compétent pour la prévention des risques professionnels, ou l'assistant (ou conseiller) de prévention le cas échéant.

■ La formation spécifique à la radioprotection pour les travailleurs classés doit :

- être adaptée au poste de travail occupé;
- être adaptée à l'utilisation des générateurs de RX;
- être renouvelée en cas de changement de poste, création de poste, reprise après un arrêt de travail d'au moins 21 jours<sup>20</sup>, et au moins tous les 3 ans;
- inclure une sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce des grossesses.

■ Une information doit être délivrée aux travailleurs non classés dûment autorisés à accéder en zone surveillée ou contrôlée verte, renforcée en cas d'accès en zone contrôlée jaune. Elle inclut le REX ainsi qu'une sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce des grossesses.

■ Pour les travailleurs des EE : une information adaptée, conforme aux dispositions prévues par le plan de prévention, doit être délivrée. EU et EE peuvent prévoir, par contrat, que les travailleurs de l'EE suivent des formations organisées par l'EU. La responsabilité de l'employeur de l'EE ne peut néanmoins pas être transférée à celui de l'EU.

#### 6.8.3.2 Affichage et autres consignes

- Affichage des consignes générales d'hygiène et sécurité.
- Signalisation des zones délimitées au niveau des accès du local.
- Affichage des règles d'accès aux zones délimitées (autorisation, port de dosimètre opérationnel...).
- Signalisation spécifique et appro-

prisée de chaque source de rayonnements ionisants (trisecteur noir sur fond jaune).

■ Mise à disposition des notices d'utilisation des générateurs de RX et des protocoles.

■ Mise à disposition des notices de fonctionnement des appareils de mesure et de leurs consignes d'utilisation.

■ Affichage des consignes de travail adaptées et de la conduite à tenir en cas d'accident du travail, avec ou sans composante radiologique.

■ Affichage des noms et coordonnées du CRP, du médecin du travail (SPST) et de l'agent de contrôle de l'Inspection du travail.

### 6.8.4 Évaluation individuelle de l'exposition aux rayonnements ionisants

Le lecteur se reportera au paragraphe 5.4.1 « *Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail* ».

### 6.8.5 Surveillance dosimétrique individuelle

**Avant toute demande de dosimètre, chaque travailleur classé est inscrit par son employeur dans le Système d'information et de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (SISERI) par l'intermédiaire du Correspondant de l'employeur pour SISERI<sup>21</sup> (CES) le cas échéant. La gestion de SISERI est assurée par l'IRSN.**

#### 6.8.5.1 Mise en œuvre de la surveillance dosimétrique individuelle

■ Assurée par un dosimètre à lecture différée (passif).

■ Obligatoire pour les travailleurs classés.

■ Périodicité de port déterminée par l'employeur, ne pouvant excéder trois mois.

■ Port au niveau du thorax, sous le tablier plombé le cas échéant.

■ Mise en place :

- chaque employeur (y compris le responsable de l'EE ou l'entreprise

19. Article R. 4451-56 du Code du travail.

20. Formation à la sécurité à la demande du médecin du travail, article R. 4141-9 du Code du travail.

21. <https://siseri.irsn.fr>.

22. Articles R. 4451-67 à R. 4451-72 du Code du travail. Arrêté du 23 juin 2023 relatif aux modalités d'enregistrement et d'accès au système d'information et de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants «SISERI» et modifiant l'arrêté du 26 juin 2019 relatif à la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants.

de travail temporaire) est responsable de la mise en œuvre de la dosimétrie à lecture différée des salariés qu'il emploie ; à ce titre, il est tenu de leur fournir les dosimètres adaptés ;

- étudiants stagiaires : la dosimétrie à lecture différée est assurée par l'employeur de la personne sous l'autorité de laquelle ils sont placés ; la convention de stage peut préciser des modalités spécifiques.

- En fonction des résultats de l'évaluation individuelle d'exposition, une dosimétrie des extrémités et/ou du cristallin peut s'avérer nécessaire, notamment en cas de pratiques interventionnelles radio-guidées.

#### 6.8.5.2 Accès aux données dosimétriques<sup>22</sup>

- Le travailleur a accès à toutes les données dosimétriques le concernant. Il peut solliciter le CRP (pour les résultats auxquels celui-ci a accès) ou le médecin du travail, ou demander à accéder directement à l'ensemble de ses résultats dosimétriques dans SISERI.

- Chaque employeur doit saisir dans SISERI des informations administratives concernant le médecin du travail et le CRP pour que ceux-ci puissent accéder aux résultats dosimétriques.

- Le médecin du travail peut ouvrir l'accès à SISERI, en consultation et en saisie, aux professionnels de santé (collaborateur médecin, interne en médecine du travail, infirmier de santé au travail) qui participent à assurer un suivi individuel renforcé (SIR) sous son autorité. Il peut autoriser l'accès à SISERI du médecin du travail d'un autre SPST si ce médecin participe à assurer un SIR.

- Le médecin du travail d'un établissement où interviennent des travailleurs temporaires ou des salariés d'une EE dispose d'un accès direct à l'ensemble des résultats dosimétriques de ces travailleurs.

- Le CRP a accès aux résultats de la dose efficace et des doses équivalentes sur la durée du contrat de travail du travailleur. Ces résultats peuvent être consultés sur les 5 dernières années du suivi.

#### 6.8.6 Dosimétrie opérationnelle

Le dosimètre opérationnel permet de mesurer le débit d'équivalent de dose individuel ou l'équivalent de dose individuel en temps réel. Il s'inscrit comme un outil d'alerte. Ses résultats peuvent en outre être comparés aux contraintes de dose et servir à l'optimisation des pratiques.

- Obligatoire :

- pour les travailleurs classés intervenant en zone contrôlée, d'extrémités ou en zone d'opération ;

- pour tout travailleur non classé accédant en zone contrôlée verte ou jaune, après y avoir été autorisé par l'employeur.

- Port sous le tablier plombé, ou sur le tablier après avoir défini une fonction de transfert.

- Mise en place :

- il appartient à chaque employeur de fournir les dosimètres opérationnels adaptés (types de rayonnements, énergies...) aux salariés qu'il emploie ;

- pour les EE : des accords peuvent être conclus entre le responsable de l'EU et celui de l'EE pour la fourniture des dosimètres opérationnels ;

- pour les entreprises de travail temporaire : la dosimétrie opérationnelle est à la charge de l'EU ;

- étudiants stagiaires : la dosimétrie opérationnelle est assurée par l'employeur de la personne sous l'autorité de laquelle ils sont placés ; la convention de stage peut préciser des modalités spécifiques.

- Paramétrage :

Les dosimètres opérationnels sont paramétrés par le CRP qui définit leurs seuils d'alarme et en analyse également les résultats.

- Communication des résultats :

Le CRP communique les résultats aux intéressés, à l'employeur, éventuellement au médecin du travail. Dans les établissements comprenant une installation nucléaire de base, l'employeur transmet périodiquement les niveaux d'exposition mesurés à SISERI. En cas de mise à disposition de dosimètres opérationnels par l'EU, le CRP de l'EU communique les résultats au CRP de l'EE.

#### 6.8.7 Spécificités concernant le personnel de recherche extérieur au laboratoire

Pour qu'un intervenant extérieur puisse utiliser un générateur de RX, un personnel du laboratoire d'origine de cet intervenant extérieur doit justifier de la réalisation des démarches administratives afférentes à l'utilisation d'un tel équipement (définie par le régime administratif : déclaration, enregistrement, autorisation).

Une convention de mise à disposition définit les responsabilités de chacun, en particulier en matière de santé et de sécurité.

Avant qu'une personne extérieure n'utilise un générateur de RX soumis à autorisation, le responsable de la structure d'accueil vérifie que la personne extérieure a bien une connaissance des règles de sécurité et des mesures de prévention mises en œuvre, adaptées au type d'appareil utilisé. Un plan de prévention écrit précise notamment les phases d'activité dangereuses et les moyens de prévention spécifiques correspondants, les instructions à donner aux intervenants extérieurs, l'organisation mise en place pour assurer les premiers secours en cas d'urgence.

Dans tous les cas, le CRP du laboratoire doit définir les modalités d'intervention (accès en zones délimitées, surveillance dosimétrique, formation, information...) en liaison étroite avec son homologue. Il

est en effet essentiel que les CRP partagent les informations en leur possession. L'application de ces procédures doit être contrôlée avec une vigilance particulière.

## 7 SUIVI INDIVIDUEL DE L'ÉTAT DE SANTÉ

### 7.1 Visite d'information et de prévention

Les travailleurs non classés bénéficient de visites d'information et de prévention (VIP) réalisées par un professionnel de santé, c'est-à-dire le médecin du travail ou bien, sous son autorité, le collaborateur médecin, l'interne en médecine du travail ou l'infirmier de santé au travail. La VIP a notamment pour objet d'interroger le travailleur sur son état de santé, de l'informer sur les risques éventuels auxquels l'expose son poste de travail ainsi que sur les modalités de suivi de son état de santé par le SPST, de le sensibiliser sur les moyens de prévention à mettre en œuvre. La périodicité de la VIP est fixée par le médecin du travail en prenant en compte les conditions de travail, l'âge et l'état de santé du salarié, ainsi que les risques auxquels il est exposé, sans que le délai entre deux visites ne puisse toutefois excéder 5 ans.

### 7.2 Suivi individuel renforcé

Tout travailleur classé bénéficie d'un suivi individuel renforcé (SIR) ou d'une surveillance médicale particulière pour la Fonction publique. Il est de la responsabilité de l'employeur de s'assurer que les travailleurs bénéficient du suivi individuel de l'état de santé.

Le SIR comprend un examen médical d'aptitude effectué par le médecin du travail préalablement à l'affectation sur le poste. Cet examen d'aptitude a notamment pour ob-

jet de s'assurer de la compatibilité du poste avec l'état de santé du travailleur avant que celui-ci n'y soit affecté, afin de prévenir tout risque grave d'atteinte à sa santé ou à sa sécurité, à celles de ses collègues ou des tiers évoluant dans l'environnement immédiat de travail.

Les travailleurs classés en catégorie A bénéficient d'un suivi de leur état de santé au moins une fois par an par le médecin du travail qui délivre un avis d'aptitude à l'issue de chaque visite. Pour les travailleurs classés en catégorie B, la périodicité des examens d'aptitude est déterminée par le médecin du travail et ne peut être supérieure à quatre ans. Une visite intermédiaire est effectuée par un professionnel de santé (médecin du travail, collaborateur médecin, interne en médecine du travail, infirmier de santé au travail) au plus tard deux ans après la visite avec le médecin du travail. Elle donne lieu à la délivrance d'une attestation de suivi.

Le SIR s'appuie notamment sur les données de l'évaluation individuelle d'exposition. Il comprend un examen clinique et des examens complémentaires dont la nature et la fréquence sont déterminées par le médecin du travail. Il intègre la surveillance des autres risques identifiés (§ 9).

- Examen clinique : dépistage et suivi des diverses pathologies susceptibles d'être déclenchées ou aggravées, entre autres, par l'exposition aux rayonnements ionisants (examen ophtalmologique, cutané...).

- Analyse et communication des résultats de la SDI au travailleur, échanges sur le niveau des doses reçues le cas échéant.

- Examens complémentaires : une NFS (numération – formule sanguine) peut être réalisée comme examen initial puis renouvelée en fonction de l'évaluation individuelle des risques.

- Les femmes en âge de procréer

doivent être informées de l'importance de déclarer au plus tôt leur grossesse.

Pour pouvoir assurer le SIR des travailleurs exposés, les professionnels de santé au travail ont l'obligation de suivre une formation spécifique sur les risques liés aux rayonnements ionisants et sur le dispositif de SDI<sup>23</sup>.

### 7.3 Surveillance post-exposition (SPE) ou post-professionnelle (SPP)

Les travailleurs bénéficiant ou ayant bénéficié d'un SIR, ou qui ont bénéficié d'un suivi médical spécifique du fait de leur exposition à des risques particuliers, doivent être examinés par le médecin du travail au cours d'une visite médicale avant leur départ à la retraite (SPP) ou dans les meilleurs délais après la cessation de l'exposition (SPE)<sup>24</sup>. Le SPST organise ces visites suite à son information par l'employeur ou directement à la demande du travailleur. Il s'assure que les conditions justifiant la visite sont remplies.

Lors de cette visite médicale, le médecin du travail établit une traçabilité et un état des lieux des expositions à certains facteurs de risque professionnels dits de « pénibilité »<sup>25</sup>. Il se base sur le contenu du dossier médical en santé au travail (DMST), les déclarations du travailleur et des employeurs. À l'issue de la visite, il remet au travailleur un document dressant cet état des lieux, également versé au DMST.

Afin de mettre en place une SPE ou une SPP, le médecin du travail transmet, s'il le juge nécessaire et avec l'accord du travailleur, ce document et les éventuelles informations complémentaires au médecin traitant. Les documents transmis sont assortis de préconisations et de toute information utile à la prise en charge ultérieure. Le médecin du travail informe le travailleur des démarches

23. Article R. 4451-85 du Code du travail.

24. Articles R. 4624-28-1 à R. 4624-28-3 du Code du travail.

25. Articles L. 4624-2-1 et L. 4161-1 du Code du travail.

26. Article D. 461-23 du Code de la Sécurité sociale.

27. [www.inrs.fr/mp](http://www.inrs.fr/mp).

28. <https://www.inrs.fr/publications/juridique/focus-juridiques/focus-juridique-dossier-medical-sante-travail.html>.

29. Article L. 4624-8 du Code du travail.

30. Articles R. 4451-74 à R. 4451-78 du Code du travail.

à effectuer pour la mise en place de la SPE ou de la SPP.

L'attestation d'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants est établie par l'employeur et le médecin du travail<sup>26</sup>.

Le tableau des maladies professionnelles n° 6 est applicable pour les travailleurs du régime général et ceux de la Fonction publique. Pour les assurés du régime agricole, il s'agit du tableau n° 20<sup>27</sup>.

#### 7.4 Organisation du SIR pour les travailleurs des entreprises extérieures et les travailleurs temporaires

■ Cadre général pour les EE :

- le médecin du travail de l'EU assure, pour le compte de l'EE, la réalisation des examens complémentaires rendus nécessaires par la nature et la durée des travaux effectués par les salariés de l'EE dans l'EU ;
- les résultats sont communiqués au médecin du travail de l'EE qui déterminera l'aptitude au poste ;
- le responsable de l'EU doit faciliter l'accès du poste de travail au médecin du travail de l'EE.

■ EE intervenant de manière durable dans une EU : accord possible entre les entreprises et les médecins du travail pour que les examens périodiques soient assurés par le médecin du travail de l'EU.

■ Le SIR d'un travailleur temporaire est assuré par l'EU. Le médecin du travail de l'entreprise de travail temporaire est informé des résultats de ce suivi.

#### 7.5 Travailleuses enceintes

De nombreuses substances utilisées en recherche peuvent être toxiques pour la reproduction. Aussi, il est nécessaire d'inciter les travailleuses à informer le plus tôt possible le médecin du travail de leur grossesse pour permettre la mise en place des mesures préventives nécessaires.

L'aménagement du poste de travail ou le changement d'affectation est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée et le CRP, mais aucune femme enceinte ne peut être affectée ou maintenue à un poste impliquant un classement en catégorie A. L'exposition de l'enfant à naître doit être maintenue au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre et, en tout état de cause, rester inférieure à 1 mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement. En fonction de l'analyse de la situation, il est possible de proposer le port d'un dosimètre opérationnel au niveau de l'abdomen, tout en maintenant le port du dosimètre à lecture différée individuel au niveau de la poitrine si la travailleuse est classée.

L'exposition à des RX émis par des générateurs électriques ne présente pas de risque de contamination interne pour les femmes allaitantes.

#### 7.6 Dossier médical en santé au travail

■ Le DMST comporte notamment<sup>28</sup> :

- les données de l'évaluation individuelle de l'exposition aux rayonnements ionisants ;
- les résultats dosimétriques avec les doses efficaces et les doses équivalentes ;
- les expositions ayant conduit à un dépassement des valeurs limites et les doses reçues ;
- l'ensemble des résultats des examens cliniques et complémentaires effectués.

■ Le travailleur a accès, à sa demande, aux informations contenues dans son dossier médical.

■ Lorsque le travailleur relève de plusieurs SPST ou cesse de relever de l'un de ces services, son DMST est accessible au service compétent pour assurer la continuité du suivi, sauf refus du travailleur<sup>29</sup>.

■ Le DMST est conservé par le SPST jusqu'au moment où le travailleur a ou aurait atteint l'âge de 75 ans, et, en tout état de cause, pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition.

## 8 INCIDENTS IMPLIQUANT LE RISQUE RADIOLOGIQUE

### 8.1 Principes généraux

■ Suivre les procédures d'urgence, qui doivent avoir été établies au préalable. Prendre immédiatement les dispositions pour arrêter l'exposition des personnes impliquées et, si nécessaire, assurer en priorité leur prise en charge médico-chirurgicale.

■ Le CRP, le responsable du laboratoire, l'employeur et le médecin du travail doivent être prévenus **sans délai**. Si nécessaire, contacter le **dispositif d'urgence de l'IRSN disponible 24h/24 : 06 07 31 56 63 pour une assistance (reconstitution de la dose, prise en charge...)**.

■ **Le médecin du travail ou le CRP peut demander à l'organisme de dosimétrie la lecture d'un dosimètre en urgence.**

■ En cas de dépassement d'une valeur limite d'exposition suite à un événement, l'organisme de dosimétrie informe l'employeur, le médecin du travail, le CRP et l'IRSN. Le médecin du travail informe le travailleur.

### 8.2 Démarche d'analyse

■ Une procédure d'analyse et de traçabilité des incidents doit avoir été établie.

■ L'employeur recherche si l'événement remplit l'un des critères d'ESR définis par l'ASN.

■ En cas d'ESR<sup>30</sup> : l'employeur enregistre la date de l'événement, en effectue l'analyse et met en œuvre

les mesures de prévention. Il en fait la déclaration à l'ASN sous 2 jours ouvrés après détection de l'ESR, ou sans délai en cas de risque de constitution d'une situation d'urgence radiologique. Il informe le CSE ou la F3SCT ou la F4SCT, le cas échéant.

■ En cas de dépassement de l'une des valeurs limites réglementaires suite à cet événement : l'employeur prévient l'agent de contrôle de l'Inspection du travail ou équivalent, l'ASN, l'IRSN et informe le CSE ou la F3SCT ou la F4SCT, le cas échéant.

■ Il est important de relever le maximum d'informations sur le déroulé de l'événement, les caractéristiques de fonctionnement de l'équipement, la configuration du et au poste de travail (distances, positionnements de la source et de l'opérateur...). Ces paramètres sont utiles pour affiner la reconstitution de la dose relevée par le dosimètre ou estimée.

■ Au terme de l'analyse de l'incident radiologique, le médecin du travail saisit, modifie ou valide directement dans SISERI la dose reçue par le travailleur.

■ Quelles que soient la nature et la gravité de l'incident, il est obligatoire d'en analyser les causes en vue de partager le retour d'expérience et mettre en œuvre les actions permettant d'éviter son renouvellement.

■ Les procédures de déclaration des accidents du travail doivent être respectées :

● secteur privé : déclaration à l'organisme de sécurité sociale ou inscription, pour les incidents mineurs, sur le registre des accidents bénins ;

● secteur public : déclaration à l'employeur (en général *via* les ressources humaines) et inscription sur le registre de santé et sécurité au travail.

## 9 RISQUES ASSOCIÉS

■ Risque radiologique lié à la manipulation de sources scellées (étalonnage), non scellées et d'échantillons radioactifs, exposition au radon.

■ Risque biologique : piqûre, coupure, morsure, griffure et/ou projection (sang, urines, cellules tumorales d'origine humaine greffées chez l'animal...), aérosols produits à l'occasion du nettoyage des cages...

■ Risque chimique : utilisation de solvants, cytostatiques, substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR), anesthésiques gazeux, nanoparticules...

■ Risque allergique : latex, protéines animales, détergents, désinfectants...

■ Risques liés aux produits cryogéniques.

■ Risque électrique.

■ Risques liés aux agents physiques : bruit, champs électromagnétiques, rayonnements optiques artificiels...

■ Risques liés aux gestes répétitifs, manutentions et postures contraignantes, chutes...

■ Risques liés aux horaires atypiques.

■ Risques psychosociaux.

■ Travail isolé.

## 10 ÉVALUATION DE LA MAÎTRISE DES RISQUES

Afin d'optimiser la radioprotection de l'installation et des travailleurs, l'employeur établit l'ensemble des bilans nécessaires à l'évaluation de la maîtrise des risques. Les bilans font notamment état des dépassements des valeurs limites et des moyens mis en œuvre pour y remédier et les prévenir.

Le CRP informe l'employeur en cas

de risque de dépassement d'une contrainte de dose ou de la dose estimée lors de l'évaluation individuelle d'exposition d'un travailleur.

La consultation régulière de SISERI et des résultats de dosimétrie opérationnelle à des fins d'optimisation et d'information par le médecin du travail et par le CRP, ainsi que la consultation des relevés annuels des doses individuelles, permettent d'apprécier l'évolution de l'exposition des travailleurs.

L'employeur communique au CSE ou à l'instance compétente (F3SCT, F4SCT, conseil de laboratoire) le cas échéant :

- le résultat de l'évaluation des risques et des mesurages ;
- le bilan statistique des expositions ;
- le bilan des dysfonctionnements relevés ;
- le bilan des vérifications initiales et périodiques des équipements et lieux de travail.

### Composition du comité scientifique ayant réalisé la mise à jour de la fiche

**Institut national de recherche et de sécurité (INRS)**

- A. Bourdieu
- R. Mouillseaux

**Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)**

- A. Fallot
- C. Saccoccio

**Experts**

- M.L. Gaab, INSERM/GIP CYCERON
- J.M. Horodyski, CNRS/Physique/IRSD
- A. Rousselet, INSERM
- C. Thieffry, CNRS/IN2P3



# Annexe

## Critères de détermination du régime administratif pour les générateurs de RX détenus ou utilisés en recherche, avec ou sans implication de la personne humaine

### Activités exemptées

Quelle que soit la finalité, les activités mettant en œuvre des appareils répondant aux critères ci-dessous, ne sont pas soumises au régime de déclaration, d'enregistrement ou d'autorisation.

APPAREIL	CRITÈRE
<b>Appareil dont la différence de potentiel est inférieure ou égale à 5 kV</b> <i>3° de l'article R. 1333-106 du Code de la Santé publique</i>	Aucun critère associé (appareil exempté de fait).
<b>Appareil dont la différence de potentiel est supérieure à 5 kV et inférieure ou égale à 30 kV</b> <i>4° de l'article R. 1333-106 du Code de la Santé publique</i>	L'appareil (y compris les microscopes électroniques) ne crée, par conception et dans les conditions normales d'utilisation, en aucun point situé à une distance de 0,1 m de sa surface accessible, un débit d'équivalent de dose supérieur à 1 µSv/h.

### Activités de recherche impliquant la personne humaine (à finalité médicale)

APPAREILS	RÉGIME ADMINISTRATIF
Appareils de radiodiagnostic médical fixes ou mobiles, y compris les appareils de mammographie et d'ostéodensitométrie, à l'exclusion des scanners.	Déclaration
Appareils de radiologie fixes ou mobiles utilisés pour les pratiques interventionnelles radioguidées, à l'exclusion des scanners.	Déclaration
Appareils de radiographie dentaire fixes ou mobiles, en particulier appareils de radiographie panoramique avec ou sans dispositif de tomographie volumique à faisceau conique.	Déclaration
Appareils électriques générant des RX utilisés pour l'irradiation de produits issus du corps humain.	Déclaration
Scanners à finalité diagnostique, à l'exclusion de la préparation des traitements en radiothérapie.	Enregistrement
Arceaux émetteurs de RX et scanners, fixes ou déplaçables, pour la réalisation de pratiques interventionnelles radioguidées.	Enregistrement
Tout appareil ne répondant à aucun des critères des régimes de déclaration ou d'enregistrement.	Autorisation

## Activités de recherche n'impliquant pas la personne humaine

APPAREILS	RÉGIME ADMINISTRATIF
<p>Enceintes à RX fermées répondant, <b>par conception</b>, aux deux conditions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le volume libre à l'intérieur de l'enceinte ne permet pas la présence d'une personne ;</li> <li>• à l'extérieur de l'enceinte, le débit d'équivalent de dose est inférieur ou égal à 10 <math>\mu\text{Sv/h}</math> en tout point situé à une distance de 0,1 m de sa surface accessible, et :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'ouverture de l'enceinte coupe l'émission des RX, <b>ou</b></li> <li>- le débit d'équivalent de dose généré à l'intérieur de l'enceinte en tout point accessible reste inférieur ou égal à 10 <math>\mu\text{Sv/h}</math> durant l'émission des RX.</li> </ul> </li> </ul>	Déclaration
<p>Enceintes à RX fermées, <b>ajoutées et non prévues par conception par le fabricant, ou modifiées par rapport à la conception du fabricant</b>, répondant simultanément aux conditions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le volume libre à l'intérieur de l'enceinte ne permet pas la présence physique d'une personne ;</li> <li>• à l'extérieur de l'enceinte, le débit d'équivalent de dose est inférieur ou égal à 10 <math>\mu\text{Sv/h}</math> en tout point situé à une distance de 0,1 m de sa surface accessible, et :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'ouverture de l'enceinte coupe l'émission des RX, <b>ou</b></li> <li>- le débit d'équivalent de dose généré à l'intérieur de l'enceinte, en tout point accessible, reste inférieur ou égal à 10 <math>\mu\text{Sv/h}</math> durant l'émission des RX.</li> </ul> </li> </ul>	Enregistrement
<p>Enceintes à RX couplées à un convoyeur, assurant le déplacement de l'objet à l'intérieur de l'enceinte, dans lesquelles la présence d'une personne n'est pas prévue lorsque l'appareil est sous tension, et utilisées aux fins de recherche et développement suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• contrôle de qualité ou de sécurité des produits dans l'industrie agroalimentaire ou cosmétique ;</li> <li>• contrôle de bagages, de colis ou d'effets personnels pour la recherche d'objets indésirables, à l'exclusion des appareils fonctionnant selon le principe de rétrodiffusion ;</li> <li>• mesure de densité, d'épaisseur ou de niveau dans l'industrie agroalimentaire, cosmétique, textile, papetière ou des bitumes ;</li> <li>• contrôle de qualité dans l'industrie du bois, des fleurs et des pneumatiques ;</li> <li>• tri de déchets.</li> </ul>	Déclaration
<p>Appareils électriques émettant des RX utilisés à des fins de radiographie dans la recherche, dont l'utilisation remplit simultanément les critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• différence de potentiel strictement inférieure à 200 kV ;</li> <li>• puissance absorbée par le tube radiogène strictement inférieure à 150 W ;</li> <li>• emploi pour des pratiques autres qu'interventionnelles radioguidées ou de radioscopie.</li> </ul>	Enregistrement
<p>Appareils électriques émettant des RX <b>à des fins d'analyse de métaux par fluorescence X</b>, fixes ou mobiles, fonctionnant sous une différence de potentiel inférieure ou égale à 50 kV et avec une puissance électrique maximale appliquée au tube radiogène de 5 W.</p>	Déclaration
<p>Appareils électriques émettant des RX <b>utilisés pour des analyses par fluorescence X autres que l'analyse de métaux</b>, mobiles, pouvant également être utilisés à poste fixe, fonctionnant sous une différence de potentiel inférieure ou égale à 50 kV et avec une puissance électrique maximale appliquée au tube radiogène de 5 W.</p>	Enregistrement
<p>Tout appareil ne répondant à aucun des critères des régimes de déclaration ou d'enregistrement.</p>	Autorisation

RÉFÉRENCES  
RÉGLEMENTAIRES  
→→→→

# Annexe (suite)

## RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

- Article R. 1333-106 du Code de la Santé publique.
- Arrêté du 21 novembre 2018 portant homologation de la décision n° 2018-DC-0649 de l'ASN du 18 octobre 2018 définissant, en application du 2° de l'article R. 1333-109 et de l'article R. 1333-110 du Code de la Santé publique, la liste des activités nucléaires soumises au régime de déclaration et les informations qui doivent être mentionnées dans ces déclarations.
- Arrêté du 15 juin 2021 portant homologation de la décision n° 2021-DC-0704 de l'ASN du 4 février 2021 établissant la liste des activités à finalité médicale utilisant des dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants soumises au régime d'enregistrement et les prescriptions relatives à ces activités.
- Arrêté du 4 mars 2021 portant homologation de la décision n° 2021-DC-0703 de l'ASN du 4 février 2021 établissant la liste des activités nucléaires mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants à des fins industrielle, vétérinaire ou de recherche (hors recherche impliquant la personne humaine) soumises au régime d'enregistrement, et les prescriptions applicables à ces activités.