

Radioprotection: secteur médical

Procédures interventionnelles radioguidées

Cette fiche, qui fait partie d'une collection réalisée par type d'activité, concerne les actes diagnostiques et/ou thérapeutiques guidés par rayons X, ou procédures interventionnelles radioguidées (PIR). Le terme de radiologie interventionnelle y est également utilisé.

Les gestes interventionnels simples sur table télécommandée sont traités dans la fiche consacrée à la radiologie conventionnelle en installations fixes (FR 14). La scanographie interventionnelle est abordée dans la fiche dédiée à la scanographie (FR 17).

La présente fiche est destinée aux acteurs de la prévention : conseillers en radioprotection (CRP), médecins, services de prévention et de santé au travail (SPST) et responsables (employeurs...). Elle s'adresse aussi aux professionnels de santé utilisateurs de ces techniques mais n'a pas pour objet la radioprotection des patients.

Chaque fiche présente les procédures, les dangers spécifiques, l'évaluation des risques ainsi que les méthodes de prévention. Elle n'a pas vocation à se substituer ni aux textes réglementaires, ni 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 cette collection est réalisée par un groupe de travail associant des professionnels de terrain, l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité) et l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire). La composition du groupe spécifique à cette fiche est présentée en page 104.

Cette fiche annule et remplace la fiche FR 7 «Radioprotection: secteur médical. Radiologie interventionnelle» parue en 2012, ainsi que la rectification de son annexe parue en 2013.

1. Définition du Groupe permanent d'experts en radioprotection des professionnels de santé, du public et des patients, pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants – GPMED (avis du 23 novembre 2010).

1 DÉFINITION DES APPAREILS ET TYPES DE TECHNIQUES CONCERNÉS

Les actes de radiologie interventionnelle constituent l'ensemble des actes médicaux invasifs dia-

gnostiques et/ou thérapeutiques, ainsi que les actes chirurgicaux utilisant des rayonnements ionisants à visée de guidage per-procédure, y compris le contrôle¹.

Les appareils électriques générateurs de rayons X (RX), également dénommés générateurs de RX dans la suite de la fiche, sont composés *a minima* des éléments

suivants :

- un générateur haute tension;
- un tube radiogène (ou tube à RX);
- une gaine protectrice;
- un système de commande;
- un récepteur.

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

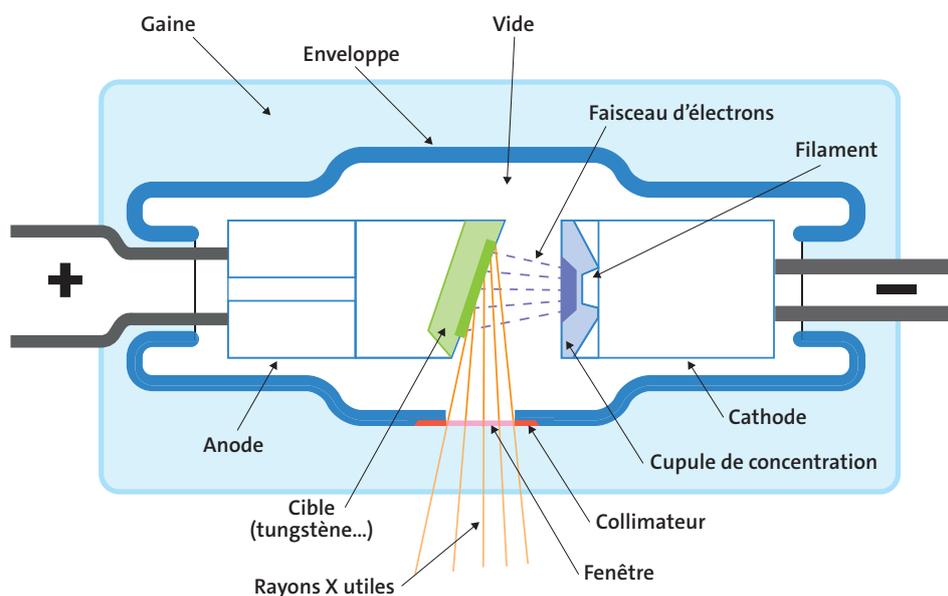


Figure 1: Tube radiogène et gaine protectrice d'un dispositif d'émission de rayons X.

2. Décision n° 2017-DC-0591 de l'Autorité de Sécurité 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.

Les appareils utilisés pour les PIR, couramment dans un même local, doivent être considérés comme constituant des installations fixes, même s'il s'agit de générateurs de RX mobiles². Les exigences qui se rapportent aux installations fixes s'appliquent alors. En radiologie interventionnelle, différents équipements peuvent en effet être utilisés :

- en installations fixes dédiées aux PIR :
 - monoplan ;
 - biplan ;
- en bloc opératoire. Il s'agit alors d'appareils mobiles : arceaux de bloc opératoire et systèmes d'imagerie 3D peropératoire. Certaines salles, dites hybrides, présentent des équipements similaires aux installations fixes dédiées aux PIR. Un exemple d'installation fixe dédiée aux PIR est illustré par la **figure 2**.

Les actes pratiqués intéressent de nombreuses spécialités médicales ou chirurgicales, non seulement la radiologie mais également la

cardiologie, la chirurgie vasculaire, l'hépto-gastro-entérologie, la neurologie, l'orthopédie, la rhumatologie, l'urologie...

La multiplication des indications et la complexité croissante des actes rendent compte de la variété des pratiques et de leurs conditions de réalisation, notamment en termes de paramétrage des émissions et de durée d'exposition (de quelques secondes à plusieurs dizaines de minutes). Par conséquent, les niveaux d'exposition sont très hétérogènes.

2 PERSONNEL CONCERNÉ PAR LE RISQUE RADIOLOGIQUE

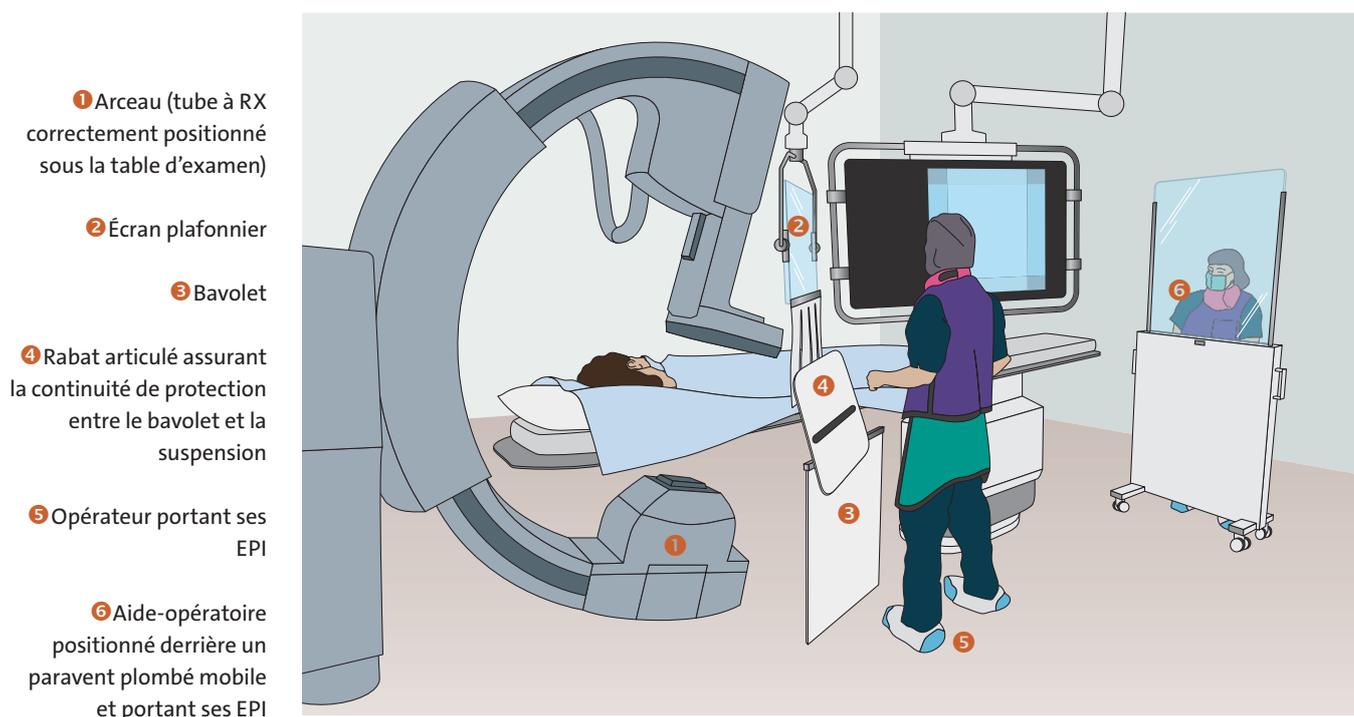
Les informations de cette fiche concernent les agents et salariés de l'établissement (y compris les travailleurs temporaires), les salariés d'entreprises extérieures (EE), les étudiants, les stagiaires, ainsi que toute personne placée à quelque

titre que ce soit sous l'autorité de l'employeur. Elles s'appliquent également aux travailleurs indépendants (professionnels libéraux) et aux employeurs. La mise en œuvre des dispositions présentées relève de la responsabilité de l'employeur, de son représentant ou du travailleur indépendant pour sa propre radioprotection.

Sont en particulier concernés par le risque radiologique :

- le personnel médical, qu'il soit opérateur ou présent en salle, les internes ;
- les manipulateurs d'électroradiologie médicale (MERM) et les étudiants MERM ;
- les infirmiers diplômés d'État (IDE), infirmiers de bloc opératoire diplômés d'État (IBODE), infirmiers anesthésistes diplômés d'État (IADE) et les étudiants en soins infirmiers ;
- les aides-soignants ;
- les acteurs de la prévention (CRP, physiciens médicaux) ;
- les services techniques ;
- les EE (sociétés de mainte-

Figure 2 : Illustration d'une installation fixe dédiée aux PIR.



nance, organismes assurant les vérifications réglementaires et les contrôles de qualité).

Seuls le personnel médical justifiant des compétences requises et les MERM sont habilités³ à déclencher l'émission de rayonnements ionisants en présence d'un patient. Les critères de repérage des actes à fort enjeu de radioprotection sont la complexité, la durée d'émission, le positionnement par rapport au patient (procédures rapprochées, c'est-à-dire les actes réalisés à une distance n'excluant pas le risque d'exposition des mains au rayonnement direct). Par ailleurs, certaines catégories de professionnels de santé, non spécialisées dans le domaine de la radiologie, sont peu sensibilisées au risque radiologique. Le recours à un MERM est donc recommandé dans les situations à fort enjeu de radioprotection.

Dans le cas d'interventions d'EE, une coordination doit être mise en place entre le responsable de l'entreprise utilisatrice (EU) et celui de l'EE (le travailleur indépendant le cas échéant). 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 ces interventions⁴.

3 DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

3.1 En installation fixe dédiée aux PIR

Le personnel dont la présence n'est pas indispensable sort de la salle. Le personnel dont la présence à proximité du patient n'est pas indispensable, se positionne derrière le paravent de protection radiologique du pupitre de commande pendant l'émission des RX ou derrière un paravent mobile plombé le cas échéant, ou *a minima*, s'éloigne le plus possible du patient.

Les équipements de protection collective (EPC) doivent être privilégiés : cabine de radioprotection (structure mobile permettant de protéger l'opérateur de la tête aux pieds), bavolet, suspension plafonnrière... Les équipements de protection individuelle (EPI) doivent être associés (tabliers et lunettes plombés, cache-thyroïde). Le lecteur pourra se reporter à la *figure 2* pour une illustration d'installation fixe dédiée aux PIR.

3.2 En salle de bloc opératoire

Le personnel dont la présence n'est pas indispensable sort de la salle. Le personnel dont la présence à proximité du patient n'est pas indispensable, se positionne derrière un paravent plombé s'il est dispo-

nible en salle, *a minima* s'éloigne le plus possible du patient pendant l'émission des RX. À l'instar d'une installation fixe, les EPC sont à privilégier et sont complétés par les EPI.

4 DANGER ET IDENTIFICATION DU RISQUE RADIOLOGIQUE

4.1 Danger

Émission de RX par le tube à RX (*tableau I*).

4.2 Identification du risque radiologique

Exposition externe, en fonction des caractéristiques de l'émission (énergie, débit de dose, durée) et de la distance à la source de RX (*tableau II page suivante*).

S'il est hors tension ou verrouillé sur une position interdisant toute émission de RX, le tube à RX ne peut pas émettre de rayonnements ionisants ; il n'y a alors pas de risque d'exposition aux RX.

Les risques potentiels pour les travailleurs consistent en des effets :

- stochastiques : essentiellement cancers et pathologies hématologiques ;
- déterministes : essentiellement cataracte radio-induite ou radio-dermite.

3. Article R. 1333-68 du Code de la Santé publique.

4. Articles R. 4512-6 à R. 4512-12 du Code du travail.

> TABLEAU I : DANGER EN LIEN AVEC L'ÉMISSION DE RX PAR LE TUBE À RX

Rayonnement direct incident	Rayonnement transmis	Rayonnement diffusé	Rayonnement de fuite
Faisceau direct, dit utile, provenant directement du tube à rayons X (RX). Haut débit, très directif.	Rayonnement direct ayant été atténué après avoir traversé le patient, et qui concourt à la formation de l'image.	Produit par l'interaction avec les éléments positionnés dans le faisceau direct. Sa source essentielle est le patient. Son intensité n'est pas homogène dans toutes les directions.	Émis autour de la gaine du tube à RX dans toutes les directions. Fortement filtré, présentant un caractère fortement pénétrant.

5. Arrêté du 15 juin 2021 portant homologation de la décision n° 2021-DC-0704 de l'Autorité de sûreté nucléaire 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.

6. <https://www.asn.fr/espace-professionnels/teleservices>.

7. Les missions du responsable de l'activité nucléaire relèvent du Code de la Santé publique. Elles sont en lien avec l'emploi des sources de rayonnements ionisants : régime administratif, utilisation, inventaire.

8. Article R. 1333-158 du Code de la Santé publique et <https://sigis.irsn.fr/sigis-web-fo/irsn/login>.

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

➤ TABLEAU II: RISQUES EN LIEN AVEC L'ÉMISSION DE RX

Rayonnement direct incident	Rayonnement transmis	Rayonnement diffusé	Rayonnement de fuite
Risque présent pour les « procédures rapprochées ». Pour les « procédures éloignées » : risque d'exposition des extrémités limité si les bonnes pratiques sont respectées.	Risque d'exposition des extrémités en fonction de l'incidence du faisceau.	Risque d'exposition de l'organisme entier, des extrémités, de la peau, du cristallin, d'autant plus élevé que le professionnel est proche du patient et/ou se trouve du côté du tube à RX (rétrodiffusé).	Risque d'exposition limité si la conception de l'appareil satisfait aux exigences réglementaires, et si la maintenance et les vérifications (cf. § 6.4 à 6.6), correctement effectuées, concluent à une absence de non-conformité.

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

5.1 Obligations réglementaires liées à la détention et l'usage d'un générateur de RX

L'utilisation d'appareils de radiologie interventionnelle est soumise au régime d'enregistrement auprès de l'ASN⁵. La demande est effectuée via le portail de télé-services de l'ASN⁶ par le responsable de l'activité nucléaire⁷. La démarche doit être réalisée avant la première utilisation sur un patient.

En application de l'article R.1333-139 du Code de la Santé publique, un examen de réception de l'installation doit être réalisé, visant à vérifier la conformité des locaux où les dispositifs émettant des rayonnements ionisants sont utilisés, du point de vue de la radioprotection.

La mise en service puis l'exploitation des installations sont subordonnées à la réalisation des vérifications réglementairement prévues (cf § 6.4 à 6.6).

L'inventaire des appareils émetteurs des rayonnements ionisants est transmis à l'IRSN tous les 3 ans⁸.

5.2 Éléments d'évaluation du risque radiologique

Le CRP mène l'évaluation du risque sous la responsabilité de l'employeur ou de son représentant. Une collaboration entre le CRP et le physicien médical est souhaitable. La première approche de l'évaluation du risque est documentaire (données issues du constructeur ou de la littérature portant sur des appareils et examens similaires). Les éléments à rassembler sont *a minima* :

- les indications dosimétriques fournies par les fabricants;
 - les paramètres d'acquisition pour les procédures les plus courantes et les plus exposantes : tension, intensité, durée d'émission, fréquence d'impulsion, collimation...;
 - l'analyse des différentes phases et configurations d'utilisation afin d'identifier celles comportant un risque d'exposition aux RX (organisme entier, extrémités, peau et cristallin);
 - les moyens de protection collective (parois et portes du local, cabine de radioprotection, paravent plombé, suspension plafonnière, bavolet...);
 - l'estimation des expositions par démonstration théorique (simulation, calcul...);
 - les retours d'expérience (REX) sur des installations similaires.
- L'évaluation peut être complétée en s'appuyant sur les résultats des

mesurages obtenus lors des vérifications initiales effectuées par un organisme accrédité (cf. § 6.4 pp. 96-97).

Les résultats de l'évaluation préalable des risques doivent être consignés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP). Le DUERP, dans ses versions successives, est conservé par l'employeur et tenu à disposition des travailleurs, des anciens travailleurs ainsi que de toute personne ou instance pouvant justifier d'un intérêt à y avoir accès⁹.

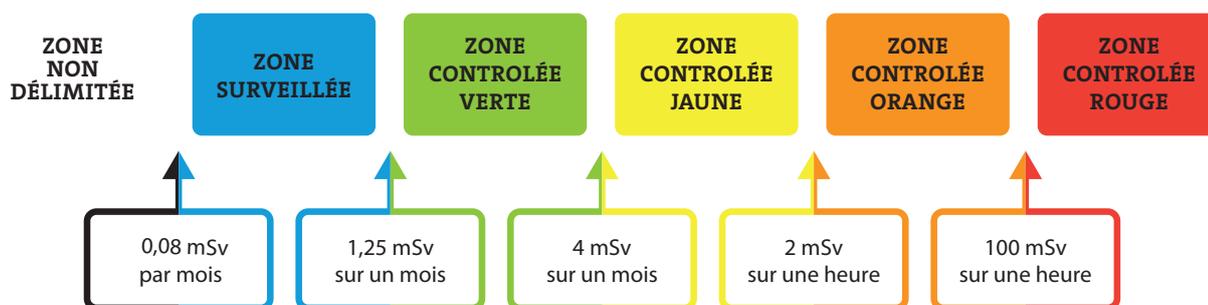
5.3 Identification et signalisation des zones délimitées

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.

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

Le zonage se définit à partir des niveaux d'exposition potentiels, qu'ils concernent l'organisme en-

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).



tier 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 raisonnablement prévisibles¹⁰ inhérents au procédé de travail ou du travail effectué;
- en tenant compte des EPC. En revanche, les EPI ne sont pas pris en compte.

Une zone d'extrémités est délimitée lorsque les zones surveillées et contrôlées ne permettent pas de maîtriser l'exposition des extrémités ni de garantir le respect des limites de dose pour les extrémités applicables aux travailleurs non exposés au risque radiologique (cf. § 5.5.2. Classement des travailleurs pp. 94-95).

Les zones sont délimitées de façon continue, visible et permanente par une signalétique adaptée. Lorsque la délimitation des zones ne coïncide pas avec les parois, la présence d'un plan de l'installation sur lequel figurent les zones délimitées au niveau de chaque accès, peut répondre à cette exigence.

La délimitation des zones est consignée dans le DUERP.

La signalisation de la source d'émission de RX est obligatoire.

5.3.1 En installations fixes dédiées aux PIR

Lorsque les conditions d'utilisation le permettent, une zone surveillée intermittente ou contrôlée intermittente peut être définie. Un dispositif lumineux garantit la cohérence permanente entre le type de zone et sa signalisation (mise en place, sur les accès de la salle, d'un voyant lumineux signalant la mise sous tension du générateur et d'un voyant lumineux signalant une émission de RX et reports dans la salle, visibles en tout point). Lorsque le générateur est éteint, la délimitation peut être suspendue¹¹. Pour la majorité des installations fixes dédiées aux PIR, la délimitation retenue est:

- une zone surveillée quand l'appareil est sous tension mais qu'il n'émet pas de rayonnement;
- une zone contrôlée pendant l'émission de rayonnements (généralement jaune, voire orange).

Le pupitre de commande ne doit pas constituer une zone délimitée s'il est à l'extérieur de la salle. Dès lors qu'il est à l'intérieur du local de travail (installation d'un paravent de protection radiologique), il doit être aménagé de façon à garantir la délimitation au plus d'une zone surveillée.

5.3.2 En salles de bloc opératoire

Les exigences réglementaires ap-

plicables aux installations fixes s'appliquent pour l'utilisation d'appareils mobiles à poste fixe ou couramment dans un même local. Une réflexion sur le choix d'une salle de bloc plus spécialement utilisée pour les PIR et sur son aménagement peuvent permettre de mettre en œuvre des moyens de prévention collective, voire de prévoir leur installation dès le stade de la conception des locaux.

À l'instar des installations fixes dédiées aux PIR, pour des zones surveillées ou contrôlées intermittentes, un dispositif lumineux garantit la cohérence permanente entre le type de zone et sa signalisation (mise en place, sur les accès de la salle, d'un voyant lumineux signalant la mise sous tension du générateur et d'un voyant lumineux signalant une émission de RX et reports dans la salle, visibles en tout point). Lorsque la conception de l'appareil ne permet pas la mise en place d'une signalisation de l'émission de RX aux accès, la signalisation présente sur celui-ci peut répondre à cette exigence dès lors qu'elle est visible depuis l'extérieur de la salle.

Pour la majorité des installations mobiles à poste fixe ou utilisées couramment au sein d'un même local au bloc opératoire, la délimitation retenue est:

- une zone surveillée quand l'appareil est sous tension mais qu'il

10. Instruction DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018 relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants: défaillance potentielle du premier moyen de prévention (premiers systèmes de verrouillage de sécurité, non-respect d'une consigne de sécurité).

11. Article 9 de l'arrêté du 15 mai 2006 modifié (par arrêté du 28 janvier 2020) relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées dites zones délimitées compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants.

12. Article R. 4451-33 du Code du travail.

n'émet pas de rayonnements ;
 ■ une zone contrôlée pendant l'émission de rayonnements.

5.4 Contraintes de dose

L'employeur définit, au préalable, des contraintes de dose individuelles pour toute activité réalisée en zone contrôlée et en zone d'extrémités. Ces contraintes constituent des niveaux de référence internes à l'établissement permettant de piloter les mesures d'optimisation de la radioprotection. Pour les activités régulières en zone contrôlée et en zone d'extrémités, les contraintes de dose sont exprimées en dose efficace sur 12 mois¹².

Par la suite, les contraintes de dose seront réévaluées au regard :

- des résultats des mesures effectuées lors des vérifications périodiques ;
- des résultats de la surveillance dosimétrique individuelle (SDI) et de la dosimétrie opérationnelle, notamment pour les interventions ponctuelles ;
- du REX d'utilisation ;
- de l'analyse des événements indésirables dont les événements significatifs de radioprotection (ESR).

5.5 Évaluation individuelle de l'exposition et classement du personnel

5.5.1 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.

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 (notamment le radon), sur la base de la fréquence et de la durée des expositions sur l'ensemble des postes de travail occupés par le travailleur ;
- intègre l'ensemble des tâches réalisées (plan de charge représentatif de l'activité du travailleur, complexité des procédures), en tenant compte de la variabilité des pratiques individuelles (expérience de l'opérateur), des incidents raisonnablement prévisibles (présence des mains de l'opérateur à proximité du faisceau direct par exemple) 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, le protocole le plus fréquent et le protocole le plus exposant donnent 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 des protocoles et/ou des conditions de travail nécessitera une actualisation de l'évaluation.

Une attention particulière doit être portée sur certains éléments de la situation de travail (cf. § 6.10.4. Principales mesures de ra-

dioprotection pp. 99-100) :

- modes d'acquisition (graphies/scopies) ;
- durées d'émission ;
- paramétrages et filtration ;
- position du tube à RX par rapport à la table d'examen ou d'opération, et position de l'opérateur par rapport au tube à RX ;
- distance de l'opérateur au volume diffusant, distance des mains au faisceau direct (procédures rapprochées...) ;
- présence ou non/caractère adapté ou non /bonne utilisation ou non des EPC, par exemple suspension plafonnrière, bavolet, paravent mobile, cabine mobile ; utilisation d'autres dispositifs permettant la réduction d'exposition, par exemple champ opératoire atténuateur... ;
- port, caractère adapté (taille, matériau...), ergonomie et état des EPI : lunettes ou visière plombées (importance de s'assurer de la présence de protections latérales), tablier, cache-thyroïde, calotte, manchette ou épaulette plombée amovible, gants atténuateurs à la condition que les mains ne se trouvent pas dans le faisceau direct...

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 avec l'entreprise de travail temporaire. Il doit communiquer à cette dernière les éléments permettant d'établir l'évaluation individuelle de l'exposition liée à la mission confiée avant la mise à disposition du travailleur.

5.5.2 Classement des travailleurs

Le classement s'applique à tout travailleur dont le résultat de l'évaluation individuelle a montré un risque de dépassement de l'une des limites de doses fixées pour un travailleur non exposé au

risque radiologique (non classé). 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 III**.

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 l'analyse de l'ensemble des expositions potentielles aux rayonnements ionisants de chaque travailleur. Les catégories les plus souvent propo-

sées par type de poste sont reprises à titre illustratif dans le **tableau IV**. Pour illustration, l'IRSN réalise un bilan annuel de l'exposition professionnelle. Ce bilan présente, par domaine et secteur, les résultats de la surveillance dosimétrique des travailleurs dont ceux du domaine médical¹³.

13. Le bilan de la radioprotection des travailleurs est disponible au lien suivant : <https://expro.irsrn.fr>.

➤ TABLEAU III: 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 exposés au risque radiologique (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

*: Pour la peau: dose moyenne sur toute surface de 1 cm², 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 VLEP 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. Pour les travailleuses enceintes, se reporter au § 7.5. p. 103.

➤ TABLEAU IV: ILLUSTRATION DE CLASSEMENTS SOUVENT PROPOSÉS EN FONCTION DES TYPES DE POSTES

Poste	Classement le plus souvent proposé
Praticiens habilités, internes des spécialités concernées	Catégorie A ou B
Autres professionnels de santé présents en salle	Catégorie B
Manipulateur d'électroradiologie médicale (MERM) et étudiant MERM	Catégorie B
Acteurs de la prévention (CRP, physicien médical)	Catégorie B
Personnel de maintenance des appareils, de vérification réglementaire en radioprotection et de contrôle de qualité	Catégorie B ou non classé
Personnel administratif, personnel d'accueil, brancardier	Non classés
Personnel d'entretien	Non classé

14. Article L. 4121-2 du Code du travail. Le lecteur pourra aussi se reporter au dossier de l'INRS Démarche de prévention (www.inrs.fr/demarche/principes-generaux/introduction.html).

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

16. Voir les guides édités par la Société française de radiologie et d'imagerie médicale (<https://www.radiologie.fr/pratiques-professionnelles/guides>), notamment le Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale (<http://gbu.radiologie.fr>).

17. Décision n° 2019-DC-0660 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 15 janvier 2019 fixant les obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale mettant en œuvre des rayonnements ionisants.

18. Articles R. 5211-12 et R. 5211-17 du Code de la Santé publique (Marquage CE) et Arrêté du 4 octobre 2019 fixant les conditions de mise en œuvre des exigences essentielles applicables aux dispositifs médicaux, pris en application de l'article R. 5211-24 du Code de la Santé publique (dispositif permettant à l'utilisateur d'être renseigné sur la quantité de rayonnement produite par l'appareil).

5.6 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 d'exposition :

- Pour l'exposition externe organisme entier, un dosimètre à lecture différée (passif) doit être porté.

- Pour l'exposition des extrémités, la SDI est assurée au moyen de dosimètres bagues.

- Pour l'exposition du cristallin, la SDI est assurée par un dosimètre cristallin. Une attention particulière doit être portée aux expositions inhomogènes. Par exemple, en cas de port d'un tablier plombé, l'évaluation de la dose par le dosimètre poitrine n'est pas représentative de celle reçue par le cristallin. Il en est de même dans les situations où la tête de l'opérateur est plus proche du tube à RX que le reste du corps.

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 prévention¹⁴ et sur les principes fondateurs de la radioprotection (justification, optimisation, limitation¹⁵) :

- suppression ou limitation du risque (pertinence des examens, actes ne mettant pas en œuvre de rayonnements ionisants, par exemple échoguidés) ;
- réduction du niveau d'exposition

(agencement des locaux et postes de travail, paramétrages, collimation du faisceau, temps, écran, distance, organisation du travail...);

- vérifications initiales et périodiques des lieux de travail, des équipements, des dispositifs de protection et d'alarme et des appareils de mesure. Leurs résultats font l'objet d'un enregistrement systématique, toute anomalie doit être analysée, traitée et tracée ;

- formation et information de chaque travailleur sur les risques et les règles de radioprotection lors de la mise en œuvre des générateurs de RX ;

- ...

Les professionnels s'appuieront aussi sur les guides professionnels de bonne pratique¹⁶. Les mesures prises pour la radioprotection des patients contribuent également le plus souvent à la protection des travailleurs.

La maintenance et le contrôle de qualité des équipements d'imagerie¹⁷ concourent à maintenir et améliorer les performances de ces derniers.

6.2 Conception de l'installation

Les générateurs de RX doivent répondre à des exigences concernant leur conception¹⁸ ainsi que leurs conditions d'installation¹⁹.

Les règles techniques minimales de conception des locaux doivent être respectées²⁰. La réflexion sur les EPC doit être intégrée dès le stade de la conception des locaux. Les prescriptions réglementaires sur les mesures de prévention et d'organisation, et sur les conditions d'utilisation des équipements de travail doivent

également être mises en œuvre concernant :

- le risque électrique ;

- les passages et allées de circulation (déplacements, apport ou évacuation de substances...), l'état des sols ;

- l'ergonomie des postes de travail (incluant les opérations de maintenance) ;

- les circuits d'évacuation des personnes ;

- ...

Le responsable de l'activité nucléaire consigne dans un rapport technique daté tous les éléments permettant de montrer le respect des exigences afférentes à la conception de l'installation.

6.3 Vérification de l'efficacité des moyens de prévention

L'employeur est tenu de vérifier l'efficacité des moyens de prévention mis en place. Les modalités sont décrites aux articles R. 4451-40 à R. 4451-51 du Code du travail. Les équipements et les lieux de travail font l'objet de vérifications distinctes, déclinées en initiales, périodiques et lors d'une remise en service le cas échéant. L'instrumentation de radioprotection fait également l'objet de vérifications.

6.4 Vérifications initiales

Les vérifications initiales sont effectuées par des organismes vérificateurs 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 travailleurs²¹.

19. Arrêté du 29 septembre 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X (homologation de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017) et arrêté du 15 mai 2006 modifié (cf. note 11).

20. Arrêté du 29 septembre 2017 sus-cité.

21. 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.

Les résultats de l'ensemble des vérifications initiales sont intégrés dans le registre de sécurité et conservés jusqu'au remplacement de l'équipement ou à la cessation d'activités.

6.4.1 Vérification initiale de l'équipement

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

Cette vérification comporte celle 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.

6.4.2 Vérification initiale du lieu de travail

La vérification initiale du lieu de travail consiste à réaliser des mesures de doses intégrées (et/ou de débits de dose le cas échéant) 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 valeurs limites applicables dans les lieux attenants²². Cette vérification prend en compte, notamment, les protections mises en place.

Ces vérifications comportent une vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispo-

sitifs de protection et de sécurité (système d'arrêt d'urgence, paravent plombé...), de signalisation lumineuse et d'alarme existants (signalisation sonore le cas échéant). La vérification initiale du lieu de travail doit être renouvelée à l'issue de toute modification importante susceptible d'altérer 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;
- des conditions d'utilisation.

6.5 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 initiales²³. 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 vérifications périodiques. Ce programme doit être conservé dans un document interne, accessible aux agents de contrôle compétents et au Comité social et économique (CSE) ou, à défaut, aux salariés compétents. Les vérifications périodiques sont mises en œuvre par le CRP ou sous sa supervision. Elles sont éventuellement à réaliser en cas d'anomalies ou d'incidents.

Les résultats des vérifications périodiques sont consignés sous une forme susceptible d'en permettre la consultation pour une période d'au moins dix ans.

6.5.1 Vérifications périodiques des équipements

Le délai entre deux vérifications périodiques des équipements ne peut excéder un an.

6.5.2 Vérifications périodiques des lieux de travail

Elles comprennent les mesures de doses intégrées et/ou de débits de dose dans les zones délimitées et les lieux de travail attenants. Elles sont réalisées à une fréquence définie par l'employeur et/ou, le cas échéant, en continu (à l'aide d'un dosimètre d'ambiance par exemple). Dans le 1er cas, le délai entre deux vérifications périodiques des lieux de travail ne peut excéder trois mois dans les zones délimitées. Il peut être différent pour 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 (systèmes d'arrêt d'urgence, paravents plombés...), de signalisation lumineuse et d'alarme existants (signalisation sonore le cas échéant).

6.6 Vérification après remise en service de l'équipement

Ces vérifications sont réalisées après toute opération de maintenance et avant reprise de l'activité clinique, selon les mêmes modalités qu'une vérification périodique²⁴. Leurs résultats sont consignés sous une forme susceptible d'en permettre la consultation pour une période d'au moins dix ans.

6.7 Vérifications de l'instrumentation en radioprotection

Les instruments ou dispositifs de mesurage, fixes ou mobiles, ainsi que les dosimètres opérationnels sont vérifiés régulièrement, à savoir :

- à la réception du matériel, s'assurer de l'adéquation de l'instrument

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

23. Arrêté du 23 octobre 2020 (cf. note 21).

24. Article R.4451-43 du Code du travail.

25. Vérification que la valeur affichée en l'absence de source de rayonnements ionisants est cohérente avec les valeurs usuelles de ce type d'appareil.

26. Article D. 4154-1 du Code du travail.

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

ou dispositif de mesurage (y compris les dosimètres opérationnels) à la nature et à l'énergie du rayonnement, et, le cas échéant, de la cohérence du mouvement propre²⁵;

■ **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. Le délai entre deux vérifications de l'instrument 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 étalonnage ou d'un ajustage.

Ces vérifications sont réalisées par le CRP ou sous sa supervision. Leurs résultats sont consignés sous une forme susceptible d'en permettre la consultation pour une période d'au moins dix ans.

6.8 Traitement d'une non-conformité

Lorsque l'organisme vérificateur constate une non-conformité, il en informe l'employeur sans délai par tout moyen permettant d'en assurer la traçabilité.

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 la réalisation d'une vérification initiale.

L'employeur consigne dans un registre les justificatifs des travaux ou modifications effectués pour lever les non-conformités constatées lors d'une vérification périodique ou d'une vérification initiale.

6.9 Utilisation des générateurs de RX

■ En amont de l'utilisation de générateurs de RX:

- établir les protocoles de réalisa-

tion des examens (paramétrages de l'émission...);

- choisir le protocole adapté à l'indication de l'examen;

- effectuer les réglages permettant de diminuer les niveaux d'exposition (collimation...);

- s'assurer du bon fonctionnement du voyant lumineux de mise sous tension.

■ Pendant le fonctionnement des générateurs de RX:

- limiter l'accès et la présence en salle aux personnes dont la présence est indispensable;

- respecter les consignes d'accès (signalisation lumineuse, port des EPI, des dosimètres);

- respecter les protocoles établis;

- utiliser les EPC autant que possible (paravents...), *a minima* s'éloigner de la source de RX.

Pour plus d'informations, le lecteur pourra se reporter au § 6.10.4 *Principales mesures de radioprotection*, p. 99-100.

6.10 Mesures concernant les travailleurs

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

6.10.1 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 limites de dose fixées pour les travailleurs non exposés au risque radiologique (**tableau III**).

Il est interdit d'employer des salariés en contrat à durée déterminée ou temporaires pour l'exécution de travaux accomplis dans des zones où la dose efficace susceptible d'être reçue, intégrée sur une heure, est supérieure ou égale à 2 mSv²⁶ (soit les zones contrôlées orange et rouge).

6.10.2 Équipements de protection individuelle

Le travailleur doit 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.

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 en concertation avec les travailleurs concernés en l'absence de CSE)²⁷. Un tablier équivalent plomb de 0,5 mm est généralement conseillé.

L'employeur doit vérifier le bon état et l'efficacité des EPI, et s'assurer que les conditions d'entreposage entre leurs utilisations sont appropriées.

La **figure 4** représente un travailleur portant correctement ses EPI et les dosimètres nécessaires (les points relatifs à la dosimétrie sont abordés dans la suite de la fiche).

6.10.3 Formation et information

6.10.3.1 Formation et information des travailleurs

■ Formations et informations 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

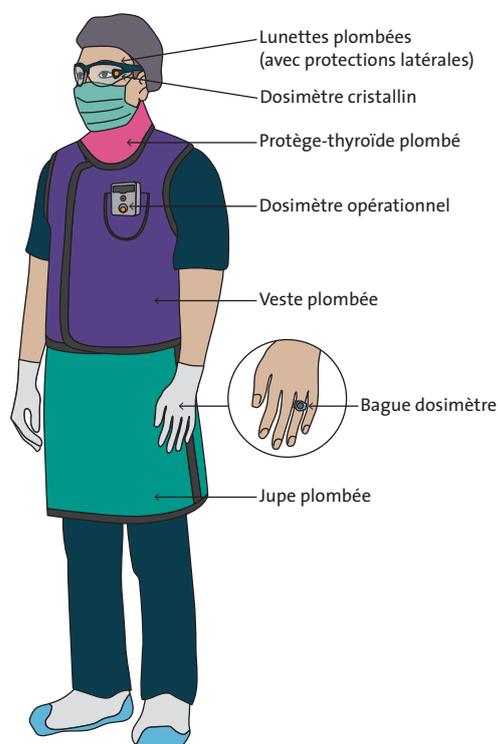


Figure 4: Travailleur portant les équipements de protection individuelle (EPI) et les dosimètres

Le dosimètre à lecture différée est porté sous les EPI, et n'est donc pas visible sur la figure.

prévention le cas échéant. En complément, des outils de simulation comme le « bloc des erreurs »²⁸ permettent d'améliorer la culture de radioprotection au bloc opératoire.

■ Les travailleurs autorisés à accéder à une zone délimitée reçoivent une information appropriée (cf. § 6.10.1 Accès aux zones délimitées p. 98). Les travailleurs classés reçoivent une formation adaptée aux résultats de l'évaluation des risques. Les contenus de l'information et de la formation sont fixés à l'article R. 4451-58 du Code du travail. Formation et information doivent inclure une sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce de la grossesse.

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

- adaptée au poste de travail occupé ;
- adaptée à l'utilisation des générateurs de RX ;
- renouvelée en cas de changement de poste, création de poste, reprise après un arrêt de travail d'au moins 21 jours²⁹, et au moins tous les 3 ans.

■ Pour les travailleurs des EE, une information adaptée, conforme aux dispositions prévues par le plan de prévention, doit être délivrée.

6.10.3.2 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...).

■ Signalisation spécifique et appropriée de chaque source de rayonnements ionisants (trisqueur noir sur fond jaune).

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

■ 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/incident au poste de travail.

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

6.10.4 Principales mesures de radioprotection

L'encadré 1 page suivante reprend les principaux moyens de radioprotection à mettre en œuvre en amont et à l'occasion de PIR.

Le lecteur se reportera à la **figure 2** (p. 90) pour une illustration des EPC utilisés dans une salle dédiée aux PIR et à la **figure 4** pour le port correct des EPI et des dosimètres nécessaires.

6.10.5 Évaluation individuelle de l'exposition aux rayonnements ionisants

Le lecteur se reportera au paragraphe 5.5.1 « Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail » (p. 94).

6.10.6 Surveillance dosimétrique individuelle

Avant toute demande de dosimètre à lecture différée, l'employeur doit enregistrer chaque travailleur classé dans le Système d'Information et de Surveillance

28. Issu des travaux de l'ASN et de l'hôpital Lariboisière, AP-HP. Accessible à la page https://www.asn.fr/content/download/167412/pdf_file/Le%20bloc%20des%20erreurs.pdf.

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

↓ Encadré 1

PRINCIPAUX MOYENS DE RADIOPROTECTION À METTRE EN ŒUVRE EN AMONT ET AU COURS DE PROCÉDURES INTERVENTIONNELLES RADIOGUIDÉES (PIR)**1. Équipement****Choix de l'équipement**

- Établir un cahier des charges avec prise en compte des exigences en radioprotection.
- Privilégier un capteur plan à un amplificateur de brillance.

Paramétrage et modalités techniques d'utilisation de l'équipement

- Paramétrer en amont les seuils d'alerte en salle (produit dose surface - PDS -, durée de scopie...).
- Choisir le protocole adapté au patient : morphologie, type d'acte.
- Privilégier les modes d'utilisation « faible dose ».
- Sélectionner la taille du champ en fonction de la région anatomique étudiée et de la qualité d'image recherchée. Compléter par une collimation si possible.
- Utiliser des filtres de contour pour les zones à fortes différences de contrastes.
- Évaluer l'indication de l'usage de grilles antidiffusantes en radiopédiatrie, en fonction de l'âge et du type d'acte notamment.
- Privilégier l'utilisation du mode scopie à la graphie.
- Limiter le nombre d'acquisitions d'images radiographiques au strict nécessaire.
- Privilégier l'affichage persistant de la dernière image de scopie, à la réalisation d'une image radiographique.
- Limiter le temps de scopie au strict nécessaire.
- Utiliser la scopie pulsée (avec la cadence d'images la plus faible possible) plutôt que continue.
- Éviter de recourir à la scopie pour les repositionnements de centrage.
- Privilégier l'utilisation d'un zoom numérique (agrandissement de l'image sans augmentation de la résolution spatiale ni de la dose).

Positionnement de l'équipement

- Pour les incidences verticales, positionner le tube à rayons X (RX) sous la table d'examen ou d'opération, en veillant à limiter l'apparition de structures métalliques dans le champ (création d'artefacts qui peuvent conduire à des doses patient et travailleur plus importantes).
- Pour les incidences de profil ou obliques, positionner le détecteur du côté de l'opérateur.
- S'assurer d'une distance tube à RX - patient (« distance foyer-peau ») la plus grande possible (par exemple : en incidence postéro-antérieure, baisser le tube à RX le plus bas possible, et monter la table d'intervention le plus haut possible).
- Maintenir la distance détecteur - patient la plus courte possible.

2. Moyens de protection au niveau de la table d'examen ou d'opération

- Positionner l'écran plafonnier au plus proche de l'opérateur.
- Privilégier les suspensions à lamelles souples plombées (plutôt que des suspensions rigides).

- Positionner le bavolet au plus proche de l'opérateur.
- Si possible, assurer une continuité de protection entre le bavolet et la suspension avec un rabat articulé.
- N'utiliser un champ opératoire atténuateur que sous réserve d'un emploi hors du faisceau direct.

3. Opérateur, tout travailleur restant à proximité du patient pendant la procédure

- Avoir suivi les formations réglementaires à la radioprotection des travailleurs, adaptée à la situation de travail ; des patients le cas échéant.
- Avoir bénéficié d'une formation à l'utilisation de l'équipement.
- Bien connaître les procédures et la réalisation des actes.
- Privilégier l'emploi d'un dispositif d'injection automatique permettant à l'opérateur de s'éloigner de la source de RX.
- Prévenir avant le déclenchement d'une émission de RX.
- Prévenir de la fin d'utilisation des RX pour permettre la mise hors tension et le retrait des équipements de protection individuelle (EPI).
- Privilégier l'usage de cabine de radioprotection.
- Se positionner derrière un paravent plombé, *a minima* s'éloigner du patient.
- Privilégier le positionnement du côté du détecteur pour les incidences de profil ou obliques.
- Porter des EPI permettant la radioprotection des faces antérieure et postérieure du corps.
- Privilégier l'association veste et jupe plombées, à un tablier chasuble (pour des raisons ergonomiques).
- Porter un cache-thyroïde plombé.
- Porter des lunettes plombées avec protections latérales ou une visière plombée.
- Ne porter des gants atténuateurs que si la présence des mains dans le faisceau direct est exclue.
- Utiliser un dosimètre opérationnel paramétré par le conseiller en radioprotection (CRP).

4. Autre personnel

- S'assurer du maintien des portes en position fermée lors de l'émission des RX.
- Sortir de la salle si la présence n'est pas indispensable. Sinon, se positionner derrière un paravent plombé, *a minima* s'éloigner du patient.
- Privilégier le port d'EPI permettant la radioprotection des faces antérieure et postérieure du corps. Dans les PIR, porter un tablier demi-chasuble est déconseillé en raison du risque d'exposition de la face postérieure du corps (dans ce cas de figure, non souhaitable, ne pas tourner le dos à la source de RX).
- Avoir bénéficié des formations/informations réglementaires à la radioprotection, adaptées à la situation de travail.

de l'Exposition aux Rayonnements Ionisants (SISERI)^{30,31}; l'enregistrement peut être réalisé par l'intermédiaire du Correspondant de l'employeur pour SISERI (CES).

6.10.6.1 Dosimétrie individuelle à lecture différée (passive)

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

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

■ Obligatoire pour les travailleurs classés.

■ Mise en place:

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

● pour les stagiaires, étudiants, internes, 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;

● les travailleurs indépendants prennent les dispositions nécessaires pour assurer leur propre SDI.

6.10.6.2 Surveillance de l'exposition des extrémités

Si une zone d'extrémités a été délimitée, une SDI des extrémités est conseillée. Elle doit être mise en place si l'évaluation individuelle de l'exposition conclut à la possibilité d'un dépassement de la limite de dose des extrémités pour un travailleur non exposé (50 mSv sur 12 mois). Le dosimètre extrémités est porté du côté le plus exposé par rapport à la source de RX, au plus proche de la zone explorée/traitée du patient.

6.10.6.3 Surveillance de l'exposition du cristallin

Une SDI du cristallin doit être mise en place si l'évaluation indi-

viduelle de l'exposition conclut à la possibilité d'un dépassement de la limite de dose du cristallin pour un travailleur non exposé (15 mSv sur 12 mois). Le dosimètre cristallin est porté du côté le plus exposé par rapport à la source de RX, au plus proche de la zone imagée du patient.

6.10.6.4 Accès aux données dosimétriques³²

■ Le travailleur a accès à toutes les données dosimétriques le concernant sur le portail SISERI. Il peut également solliciter le CRP (pour les résultats auxquels celui-ci a accès) ou le médecin du travail.

■ L'employeur (et le CES le cas échéant) n'a accès qu'aux données administratives du travailleur. Il doit renseigner ces données et les informations concernant le(s) médecin(s) du travail et le(s) CRP pour que médecins du travail et CRP puissent accéder aux résultats dosimétriques.

■ Le médecin du travail a accès à (et peut corriger) l'ensemble des données dosimétriques du travailleur. Il peut en outre donner accès en consultation et en saisie, aux professionnels de santé au travail (collaborateur médecin, interne en médecine du travail, infirmier de santé au travail) qui participent à assurer un suivi individuel renforcé (SIR) sous son autorité. Le médecin du travail peut autoriser l'accès à SISERI au médecin du travail d'un autre SPST si ce dernier 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 les 5 dernières années du suivi, et aux cumuls dosimétriques sur la durée du contrat de travail du travailleur.

6.10.7 Dosimétrie opérationnelle

Le dosimètre opérationnel permet de mesurer en temps réel le débit de dose ou la dose, et donc le niveau d'exposition à l'issue de la procédure. Il se positionne ainsi comme un dispositif d'alerte. Ses résultats peuvent en outre être comparés aux contraintes de dose définies notamment pour les interventions ponctuelles en zone contrôlée jaune, orange ou rouge³³, et servir à l'optimisation des pratiques.

■ Obligatoire pour les travailleurs autorisés à accéder en zone contrôlée (classés ou non).

■ Port sous le tablier plombé, ou sur le tablier après avoir défini un coefficient de transfert.

■ Mise en place:

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

● pour les EE, des accords pour la fourniture des dosimètres opérationnels peuvent être conclus entre le responsable de l'EU et celui de l'EE dans le cadre du plan de prévention. Ceci s'applique aussi pour les travailleurs indépendants;

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

● pour les stagiaires, étudiants, internes, 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. En cas de mise à disposition de dosimètres opérationnels par l'EU, le CRP de l'EU communique les

30. La gestion de la base SISERI est assurée par l'IRSN, l'accès se fait par le lien <https://siseri.irsn.fr/>.

31. 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.

32. Arrêté du 23 juin 2023 sus-cité et Articles R.4451-67 à R.4451-72 du Code du travail.

33. Article R.4451-33 du Code du travail..

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

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

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

résultats au CRP de l'EE et de l'entreprise de travail temporaire le cas échéant.

7

SUIVI INDIVIDUEL DE L'ÉTAT DE SANTÉ

7.1 Visite d'information et de prévention

Les travailleurs non exposés (non classés) bénéficient de visites d'information et de prévention (VIP) réalisées par un professionnel de santé au travail, 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 travailleur, 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 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. L'ensemble des dispositions s'applique aux travailleurs indépendants qui doivent prendre les mesures nécessaires pour bénéficier d'un tel suivi. Le SIR comprend un examen médical d'aptitude effectué par le médecin du travail préalablement à l'affectation au poste.

Cet examen d'aptitude a notamment pour objet 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, lequel 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 au travail (médecin du travail, collaborateur médecin, interne en santé au 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. *Risques associés* p. 104).

■ 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...).

■ Communication et analyse des résultats de la SDI, échanges sur le niveau des doses reçues le cas échéant.

■ Examens complémentaires : une numération - formule sanguine (NFS) 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 et adaptée aux risques liés aux rayonnements ionisants³⁴.

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

Les travailleurs bénéficiant ou ayant bénéficié d'un SIR ou qui, au cours de leur carrière professionnelle, 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)³⁵. 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»³⁶. Il se base sur le contenu du dossier médical en santé au travail (DMST) ainsi que sur 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 œuvre 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 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 travail³⁷.

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

Outre l'exposition aux rayonnements ionisants, de nombreuses substances utilisées dans le secteur de la santé 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'affecta-

tion est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée et le CRP. Toutefois, 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 la ceinture, tout en maintenant le port du dosimètre individuel à lecture différée au niveau de la poitrine.

7.6 Dossier médical en santé au travail

- Le DMST comporte notamment:
 - 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 travailleur³⁸.
- Le DMST est conservé 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 aux rayonnements ionisants.

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.
- Prévenir **sans délai** le CRP, le responsable de l'activité nucléaire, l'employeur et le médecin du travail. 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 peuvent 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 cet incident, l'organisme de dosimétrie informe l'employeur, le médecin du travail, le CRP et l'IRSN.

8.2 Démarche d'analyse

- L'employeur recherche si l'événement remplit l'un des critères d'ESR définis par l'ASN.
- En cas d'ESR³⁹ : 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 et informe le CSE 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 le cas échéant.
- Au terme de l'analyse de l'incident radiologique, le médecin du

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

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

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

travail saisit ou modifie ou valide directement dans SISERI la dose reçue par le travailleur.

■ Respecter les procédures de déclaration des accidents du travail :

● secteur privé : déclaration à la Caisse primaire d'assurance maladie 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.

■ Quelles que soient la nature et la gravité de l'ESR, il est obligatoire d'en analyser les causes en vue de faire progresser la radioprotection sur le site et de partager le REX.

9

RISQUES ASSOCIÉS

■ Risque radiologique lié à la manipulation de sources radioactives scellées (étalonnage), non scellées, exposition au radon.

■ Risque biologique.

■ Risque chimique : utilisation de substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR)...

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

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

■ Risque électrique.

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

■ Risques liés aux horaires atypiques.

■ Risques psychosociaux.

■ ...

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'optimisation de la radioprotection des travailleurs peut également passer par une revue des pratiques ou par des échanges avec des pairs confrontés aux mêmes problématiques.

L'employeur communique au CSE 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 lieux et équipements 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)

- D. Célier

- A. Danvin

- C. Michel

Experts

- P. Guérin, CHU de Nantes

- A. Jean-Pierre, PCR, AP-HP, Hôpital Lariboisière

- F. Limoges, médecin du travail, PREVLINK

- E. Museux, médecin radiologue libéral, PCR, Saint-Nazaire, FNMR

- V. Naël, médecin du travail, CHU de Nantes

- A. Noël, physicien médical, FNMR

- M. Nonent, CHU de Brest

- V. Plagnol, physicien médical, FNMR, SCM Coradix, Perpignan

- J. Rago, PCR, AP-HP, Hôpital Lariboisière

- F. Saunier-Kubs, physicienne médicale, CHRU de Nancy