

Radioprotection: secteur médical

Scanographie ou tomодensitométrie

Cette fiche, qui fait partie d'une collection réalisée par type d'activité dans le secteur médical, concerne les installations de scanographie ou tomодensitométrie, encore dénommées scanners dans la suite de ce document. Elle traite des examens scanner à visée diagnostique ainsi que des gestes interventionnels diagnostiques et/ou thérapeutiques réalisés sous scanner. Elle est destinée aux acteurs de la radioprotection des travailleurs: conseillers en radioprotection (CRP), services de prévention et de santé au travail (SPST) et responsables (employeurs...). Elle s'adresse aussi aux médecins médicaux, aux manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) et aux médecins, mais n'a pas pour objet la radioprotection des patients.

Chaque fiche présente le déroulement des procédures, les dangers spécifiques, l'évaluation des risques ainsi que les méthodes de prévention. Elle n'a 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 page 127.

Cette fiche annule et remplace la fiche FR 4 «Radioprotection: secteur médical. Scanographie» parue en 2011.

1 DÉFINITION DES APPAREILS ET TYPES DE TECHNIQUES CONCERNÉS

1. Les actes de radiologie interventionnelle constituent l'ensemble des actes médicaux invasifs diagnostiques et/ou thérapeutiques, ainsi que les actes chirurgicaux utilisant des rayonnements ionisants à visée de guidage per-procédure, y compris le contrôle (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 – GP MED).

La tomодensitométrie a pour but l'analyse des structures anatomiques à partir d'images reconstruites depuis une acquisition volumique. Les rayons X (RX) traversent le corps du patient et sont plus ou moins atténués selon les tissus biologiques traversés. Ce phénomène d'absorption différentielle, fonction des différentes densités, détermine les variations de contrastes de l'image. Les structures anatomiques sont ensuite reconstruites en 2D ou 3D.

La technologie du scanner met en œuvre un faisceau de RX produit par un tube en rotation autour du patient (dit tube à RX). Un scanner comporte également :

- un détecteur dont le nombre de barrettes est variable;
- un système de commande indé-

pendant (console), généralement situé dans un local attenant.

La tomодensitométrie interventionnelle¹ est abordée à travers un exemple d'évaluation individuelle de l'exposition de professionnels de santé, présenté dans une **annexe pages 128 à 130**.

Des scanners mobiles sont également utilisés pour des pratiques interventionnelles radioguidées au bloc opératoire.

Le scanner de planification de traitement en radiothérapie est exclu de la présente fiche.

Le TEP-scanner est présenté dans une fiche dédiée à la médecine nucléaire.

2 PERSONNEL CONCERNÉ PAR LE RISQUE

Les informations de cette fiche concernent les agents et salariés, y compris temporaires, de l'établis-

sement, les salariés d'entreprises extérieures, les étudiants et 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 :

- les MERM;
- les médecins;
- les acteurs de la prévention (CRP, médecins médicaux);
- les services techniques;
- les entreprises extérieures (sociétés de maintenance, organismes assurant les vérifications réglementaires et contrôles de qualité).

Dans le cas d'interventions d'entreprises extérieures (EE), une coordination doit être mise en place

2. Code du travail, articles R. 4512-6 à R. 4512-12.

3. Code de la Santé publique, article R. 1333-65.

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

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 interventions².

3 DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

Procédure générale de réalisation d'un examen de tomodynamométrie hors pratiques interventionnelles

Une fois le patient installé sur la table du scanner, l'ensemble du personnel sort de la salle d'examen. Le MERM se positionne au niveau du pupitre de commande. La table se déplace à l'intérieur de l'anneau du scanner pendant l'acquisition des images.

La présence de personnel en salle pendant l'acquisition doit être exceptionnelle (patient instable de réanimation par exemple). Dans ce cas, l'éloignement au patient, l'utilisation de paravents plombés, le positionnement sur le côté de l'anneau du scanner, les équipements de protection adaptés (tablier, lu-

nettes et cache-thyroïde plombés...) doivent être mis en place.

La présence d'un accompagnant à l'intérieur de la salle lors de l'émission de RX doit être justifiée par des circonstances particulières (accompagnement d'enfants par exemple) et doit faire l'objet d'une évaluation *a priori* de l'exposition³. Les équipements de protection adaptés doivent être portés et les consignes de sécurité, fournies par les professionnels de santé, suivies.

Actes de tomodynamométrie interventionnelle

Les actes interventionnels nécessitent la présence de personnel en salle, ils font l'objet d'une annexe spécifique (voir pp. 128-130).

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 rayonnement (tableau II).

S'il est hors tension ou verrouillé sur une position interdisant toute

émission de RX, le scanner ne peut pas émettre de rayonnements ionisants, il n'y a donc pas de risque d'exposition aux RX.

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

L'utilisation d'appareils de scannographie doit faire l'objet d'une demande d'enregistrement auprès de l'ASN avant la première utilisation sur un patient. La demande est effectuée *via* le portail de télé-services de l'ASN⁴.

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 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 (voir § 6.3 à 6.6).

En application des exigences sur l'organisation de la radioprotection conditionnée par le régime administratif, le CRP mène l'évaluation du risque sous la responsabilité de l'employeur ou de son représentant. La collaboration entre le médecin du travail et le CRP est importante. Une collaboration entre le CRP et le physicien médical est souhaitable.

➤ TABLEAU I : DANGER EN LIEN AVEC L'ÉMISSION DE RAYONS X (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 RX. Haut débit, collimaté.	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 dans le secteur médical 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.

➤ TABLEAU II: RISQUES EN LIEN AVEC L'ÉMISSION DE RAYONS X (RX) PAR LE TUBE À RX

RAYONNEMENT DIRECT INCIDENT	RAYONNEMENT TRANSMIS	RAYONNEMENT DIFFUSÉ	RAYONNEMENT DE FUITE
Risque uniquement en cas de présence d'une partie du corps directement dans l'anneau. Risque d'exposition des mains dans les pratiques interventionnelles radioguidées.	Risque d'exposition des extrémités en fonction de l'incidence du faisceau.	Risque d'exposition pour toute personne présente dans la salle. Le niveau d'exposition varie en fonction de la distance au centre de l'anneau et de la position par rapport à celui-ci (voir les schémas 1 et 2 des courbes isodoses).	Risque d'exposition limité si la conception de l'appareil satisfait aux exigences réglementaires et si la maintenance et les vérifications (cf. § 6.3 à 6.5), correctement effectuées, concluent à une absence de non-conformité.

Pour le scanner diagnostique ou interventionnel, l'inventaire des appareils émetteurs de rayonnements ionisants est transmis à l'IRSN tous les 3 ans⁵.

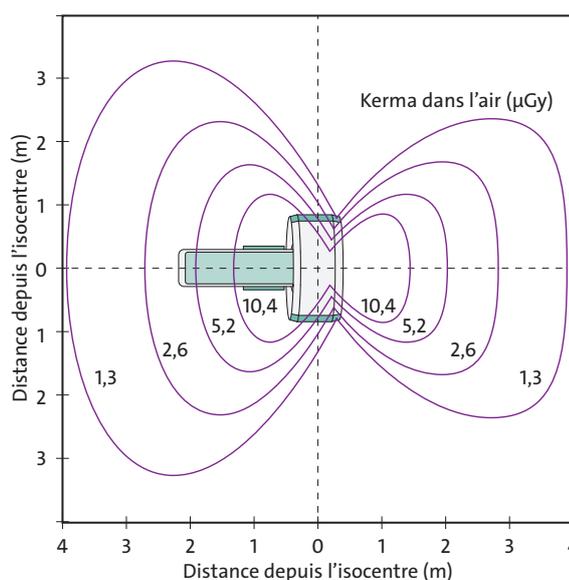
5.1 Éléments d'évaluation du risque

La première approche de l'évaluation du risque est documentaire (données issues du constructeur ou de la littérature portant sur des appareils et des examens similaires). Les éléments à rassembler sont *a minima*:

- les indications dosimétriques fournies par les fabricants (courbes isodoses, voir les schémas 1 et 2 à titre illustratif);
 - les paramètres d'acquisition (haute tension, intensité, durée d'émission, collimation...) pour les procédures les plus courantes et les plus exposantes;
 - l'analyse des différentes phases et configurations d'utilisation afin d'identifier celles comportant un risque d'exposition aux RX;
 - les équipements de protection collective (EPC) (parois et portes du local, paravents plombés...);
 - l'estimation des expositions par démonstration théorique (simulation, calcul...);
 - les retours d'expérience (REX) sur des installations similaires.
- L'évaluation peut être complétée

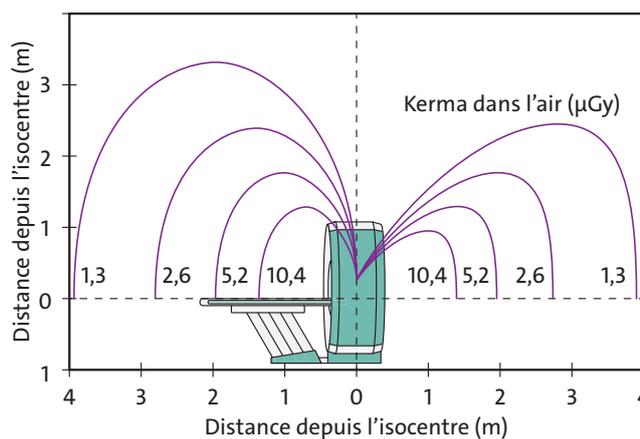
5. Article R. 1333-158 du Code de la Santé publique et <https://sigis.irsn.fr/sigis-web-fo/irsn/login>.

Schéma 1: Exemple de courbes isodoses, plan horizontal, à la hauteur de l'isocentre



Paramétrage utilisé:
140 kV, 100 mA, 1 s,
collimation de 40 mm,
64 barrettes, sur fantôme
PMMA de 32 cm de
diamètre.

Schéma 2: Exemple de courbes isodoses, plan vertical



Paramétrage utilisé:
140 kV, 100 mA, 1 s,
collimation de 40 mm,
64 barrettes, sur fantôme
PMMA de 32 cm de
diamètre.
Les courbes étant symé-
triques par rapport à la
table, seules celles situées
au-dessus de la table
sont représentées sur le
schéma.

6. Code du travail, article L. 4121-3-1.

7. 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).

en s'appuyant sur les résultats des mesurages obtenus lors des vérifications initiales effectuées par un organisme accrédité.

Les résultats de l'évaluation préalable des risques doivent être consignés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DU). Le DU, 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 accès⁶.

5.2 Identification et signalisation des zones délimitées

La définition des zones est fixée par la réglementation et traduit la gradation du risque (voir schéma 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 ou à 4 mSv/mois pour les extrémités ou la peau. La signalisation de la source d'émission de RX est obligatoire.

Le zonage se définit 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 raisonnablement prévisibles⁷ inhérents au procédé de travail ou du travail effectué;
- en tenant compte des EPC. 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. Lorsque la délimitation des zones ne coïncide pas avec les parois de la salle où se trouve le scanner, la présence, au niveau de chaque accès, d'un plan de l'installation sur lequel figurent les zones délimitées peut répondre à cette exigence.

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).

Pour la majorité des salles de scannographie, la délimitation retenue est :

- une zone surveillée quand l'appareil est sous tension mais qu'il n'émet pas de rayonnements;
 - une zone contrôlée pendant l'émission de rayonnements;
 - par conception, le pupitre de commande ne doit pas être implanté dans une zone délimitée.
- La délimitation des zones est consignée dans le DU.

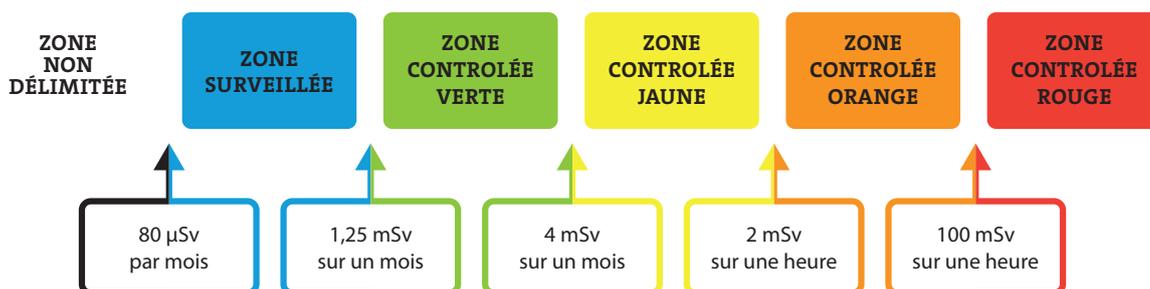
5.3 Contraintes de dose

L'employeur définit préalablement des contraintes de dose individuelles pour toute activité réalisée en zone contrôlée. Ces contraintes constituent des niveaux de référence internes à l'établissement permettant de piloter les mesures d'optimisation de la radioprotection.

Par la suite, les contraintes de dose seront affinées grâce :

- aux résultats des mesures effectuées lors des vérifications périodiques;
- aux résultats de la surveillance dosimétrique individuelle (SDI) et de la dosimétrie opérationnelle;
- au REX d'utilisation;
- à l'analyse des événements indésirables dont les événements significatifs de radioprotection (ESR).

Schéma 3 : Différents types de zones délimitées en fonction de l'exposition de l'organisme entier (d'après l'instruction DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018)



5.4 Évaluation individuelle de l'exposition 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 (surveillance dosimétrique individuelle, 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, 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) en tenant compte de la variabilité des pratiques individuelles (expérience de l'opérateur...), des incidents raisonnablement prévisibles (par exemple présence du MERM en début d'acquisition suite à la vérification de l'injection du produit de contraste) 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, pour évaluer l'exposition individuelle (en différents points représentatifs). Toute modifica-

tion significative des protocoles et/ou des conditions de travail nécessitera une actualisation de l'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 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.

5.4.2 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 classé. Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) et les niveaux de dose définissant les catégories de classement A et B sont fixés respectivement aux articles R. 4451-6 et R. 4451-57 du Code du travail. Ils sont présentés dans le [tableau III](#).

➤ **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 classés	≤ 1	≤ 50	≤ 15
VLEP (sauf travailleuses enceintes et travailleurs de 16 à 18 ans***)	≤ 20	≤ 500	≤ 20
Travailleurs, catégorie B (niveau de dose)	> 1 et ≤ 6	> 50 et ≤ 150	-
Travailleurs, catégorie A (niveau 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 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. Pour les travailleuses enceintes, [se reporter au § 7.5](#).

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

9. Article L. 4121-2 du Code du travail.

Le lecteur pourra aussi se reporter au dossier de l'INRS *Démarche de prévention*, accessible sur la page www.inrs.fr/demarche/principes-generaux/introduction.html.

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

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

12. Articles R. 5211-12 et R. 5211-17 du Code de la Santé publique (Marquage CE). 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).

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 proposées par type de poste sont reprises à titre illustratif dans le **tableau IV**.

Le bilan annuel de l'exposition professionnelle, établi par l'IRSN, présente les résultats de la surveillance dosimétrique de l'ensemble des travailleurs qui en font l'objet⁸.

5.5 Choix de la surveillance dosimétrique individuelle (SDI)

Une SDI adaptée aux caractéristiques des rayonnements ionisants est mise en place sur la base de l'évaluation individuelle d'exposition préalable. Pour l'exposition externe organisme entier, un dosimètre à lecture différée (passif) doit être porté.

Les résultats de l'évaluation individuelle de l'exposition peuvent conduire à mettre en œuvre une surveillance dosimétrique des extrémités et du cristallin (notamment en cas de pratique d'actes interventionnels).

6 STRATÉGIE DE MAÎTRISE DU RISQUE

6.1 Principes de prévention des risques

La maîtrise des risques au poste de travail repose sur l'application des principes généraux de prévention⁹ et sur les principes de radioprotection (justification, optimisation, limitation¹⁰):

- suppression ou limitation du risque (pertinence des examens, indication d'acte interventionnel radioguidé ou échoguidé);
- réduction du niveau d'exposition (agencement des locaux et postes de travail, paramétrages, temps, écran, distance, organisation du travail...);
- vérifications réglementaires des lieux de travail, des équipements, des appareils de mesure et des dispositifs de protection et d'alarme. 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 scanners... Les professionnels s'appuieront sur les guides professionnels de bonne

pratique¹¹. Les mesures prises pour la radioprotection des patients contribuent également le plus souvent à la protection des travailleurs.

Dans le domaine de l'imagerie médicale, les équipements font en outre l'objet de maintenance et de contrôle de qualité.

6.2 Conception de l'installation

Les scanners doivent répondre à des exigences concernant leur conception¹² ainsi que leurs conditions d'installation¹³.

Les règles techniques minimales de conception des locaux pour une utilisation donnée doivent être respectées¹⁴. 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);

➤ **TABLEAU IV : EXEMPLE DE CLASSEMENT SOUVENT PROPOSÉ EN FONCTION DES TYPES DE POSTES**

Poste	Classement le plus souvent proposé
MERM	Catégorie B
Médecin, interne	Catégorie B
Personnel soignant impliqué dans les actes radioguidés	Catégorie B
Acteur de la prévention (CRP, physicien médical)	Catégorie B
Personnel de maintenance des appareils	Catégorie B ou non classé
Secrétaire, personnel d'accueil, brancardier	Non classés
Personnel d'entretien n'intervenant pas sur les générateurs	Non classé

■ les circuits d'évacuation des personnes...

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

6.3 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 travailleurs¹⁵.

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

6.3.1 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 est renouvelée au moins une fois tous les 3 ans pour les scanners utilisés pour les pratiques interventionnelles dans les blocs opératoires, 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 la vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection et de sécurité (systèmes d'arrêt d'urgence...), de signalisa-

tion 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/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 attenants¹⁶. Cette vérification prend en compte, notamment, 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;
- des 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 (système d'arrêt d'urgence, paravents plombés...), de signalisation lumineuse et d'alarme existants (signalisation sonore le cas échéant).

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 initiales¹⁷. 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. Elles sont mises en œuvre par le CRP ou sous sa supervision. En cas d'anomalies ou d'incidents, ces vérifications sont éventuellement à réaliser.

Les vérifications périodiques sont tracées dans le registre de sécurité.

6.4.1 Vérifications périodiques des équipements

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

6.4.2 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. Dans le 1^{er} 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).

13. 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 (Décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017). Arrêté du 28 janvier 2020 modifiant l'arrêté du 15 mai 2006 relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux RI, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées.

14. Arrêté du 29 septembre 2017 (sus-cité).

15. 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.

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

17. 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.

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

19. Code du travail, article D. 4154-1.

20. Code du travail, article R. 4451-56.

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 les 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, et, le cas échéant, de la cohérence du mouvement propre¹⁸ ;
- 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 l'instrument est utilisé (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 étalonnage ou d'un ajustage.

6.7 Utilisation des scanners

- En amont de l'utilisation :
 - établir les protocoles (paramétrages de l'émission...);
 - s'assurer de l'absence de personnel, par exemple d'entretien, avant de lancer la calibration (signalisation d'interdiction d'accès, infor-

mation préalable du personnel, verrouillage...);

- s'assurer du bon fonctionnement des voyants lumineux ;
- choisir le protocole adapté à l'indication de l'examen et à la morphologie du patient ;
- s'assurer de la fermeture de tous les accès (portes de la salle, déshabilleurs...).
- Pendant le fonctionnement :
 - s'assurer que personne n'entre dans la salle pendant l'acquisition (sauf pour les cas prévus énumérés au §3) ;
 - utiliser les EPC (paravents...) et des EPI le cas échéant (situations nécessitant la présence d'une personne en salle pendant l'acquisition, voir § 3).

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

Il est interdit d'employer des salariés en contrat à durée déterminée ou temporaire 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 mSv (soit les zones contrôlées orange et rouge)¹⁹.

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

6.8.2 Mesures techniques individuelles

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)²⁰. Un tablier 100 % plomb de 0,5 mm d'épaisseur est habituellement 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.

6.8.3 Formation et information

Une information ainsi que, 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

■ Les 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 scanners;
- être renouvelée en cas de changement de poste, création de poste, reprise après un arrêt de travail d'au moins 21 jours²¹, 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 de la grossesse.
- Une information doit être délivrée aux travailleurs non classés dûment autorisés à accéder en zone surveillée et contrôlée verte, renforcée en cas d'accès en zone contrôlée jaune, et, notamment, sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce de la grossesse.
- En cas de présence de personnel dans la salle pendant l'émission (procédures interventionnelles radioguidées notamment), des moyens de prévention spécifiques sont à connaître et mettre en œuvre (**encadré 1**).

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

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...).
- Signalisation spécifique et appropriée sur chaque source de rayonnements ionisants (trisqueur noir sur fond jaune).
- Mise à disposition des notices d'utilisation des scanners et des protocoles de réalisation des examens.
- Mise à disposition des notices de fonctionnement des appareils

Encadré 1

PRINCIPAUX MOYENS DE PRÉVENTION À METTRE EN ŒUVRE EN CAS DE PRÉSENCE DE PERSONNEL DANS LA SALLE PENDANT L'ÉMISSION, QUEL QUE SOIT LE TYPE DE PROCÉDURE

- préalable : la présence de personnel en salle doit être limitée au strict nécessaire et justifiée;
- limiter la durée de présence en salle;
- utiliser des modes d'acquisition dédiés aux procédures interventionnelles*;
- limiter les temps de scopie quand l'acte le permet*;
- mettre en place une suspension plafonnrière*;
- privilégier l'utilisation du paravent mobile;
- se positionner le plus loin possible du patient lors des acquisitions;
- se positionner sur le côté de l'anneau du scanner;
- utiliser un tablier plombé (et un cache-thyroïde le cas échéant);
- utiliser des lunettes et un cache-thyroïde plombés*;
- utiliser, en complément, des gants atténuateurs, à condition que les mains ne se trouvent pas dans le faisceau direct*.

** Ces moyens de prévention s'appliquent aux procédures interventionnelles radioguidées.*

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.

6.8.4 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)²² par l'intermédiaire du Correspondant de l'employeur pour SISERI (CES) le cas échéant²³. La gestion de SISERI est assurée par l'IRSN.

6.8.5.1 Mise en œuvre de la SDI

- Assurée par un dosimètre à lecture différée (passif), porté au niveau du thorax, sous le tablier plombé.
- Obligatoire pour les travailleurs classés.
- Périodicité de port déterminée par l'employeur, ne pouvant excéder trois mois.
- 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

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

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

23. 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.

24. 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. Articles R.4451-67 à R.4451-72 du Code du travail.

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 surveillance dosimétrique individuelle.

- Une dosimétrie des extrémités et/ou du cristallin, en fonction des résultats de l'évaluation individuelle dosimétrique, peut s'avérer nécessaire notamment en scannographie interventionnelle.

6.8.5.2 Accès aux données dosimétriques²⁴

- 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.

- Pour que le médecin du travail et le CRP puissent accéder aux résultats dosimétriques, chaque employeur doit saisir dans SISERI des informations administratives les concernant.

- Le médecin du travail peut ouvrir l'accès à SISERI, 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 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 sa-

lariés 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 au plus sur les 5 dernières années du suivi.

6.8.6 Dosimétrie opérationnelle

Le dosimètre opérationnel permet de mesurer le débit de dose ou la dose en temps réel. Il se positionne ainsi comme un dispositif d'alerte. Ses résultats peuvent en outre être comparés aux contraintes de dose et servir à l'optimisation des pratiques.

- Obligatoire pour les travailleurs intervenant en zone contrôlée (présence dans la salle en cours d'acquisition).

- 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 aux salariés 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 celle-ci communique les 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 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 sur le 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 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 (cf. § 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...).

■ Communication des résultats, commentés, de la SDI, et 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 et adaptée aux risques liés aux rayonnements ionisants²⁵.

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 leur exposition (SPE)²⁶. 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 ». 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 place une SPE ou une SPP, le médecin du travail transmet, s'il le juge nécessaire et avec l'accord du travailleur, ce do-

document et les éventuelles informations complémentaires au médecin traitant²⁷. 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 travail²⁸.

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

25. Code du travail, article R.4451-85.

26. Code du travail, articles L. 4624-2-1 et L. 4161-1.

27. Code du travail, articles R. 4624-28-1 à R. 4624-28-3.

28. Code de la Sécurité sociale, article D. 461-23.

29. Code du travail, article L. 4624-8.

30. Code du travail, articles R. 4451-74 à R. 4451-78.

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. 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 à lecture différée individuel 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 travailleur²⁹.
- 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 de l'activité, 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 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 événement, 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'ESR³⁰ : 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 équiva-

lent, l'ASN, l'IRSN et informe le CSE le cas échéant.

- Au terme de l'analyse de l'incident radiologique, le médecin du 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, appareils émetteurs de rayonnements ionisants, exposition au radon.
- Risque biologique.
- Risque chimique : utilisation de substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR)...
- Risque allergique : latex, détergents, désinfectants...
- Risque lié aux agents physiques : bruit, champs électromagnétiques, rayonnements optiques artificiels...
- Risque électrique.
- Risque lié aux gestes répétitifs, aux manutentions et postures contraignantes, aux chutes...
- Risque lié aux horaires atypiques.
- Risques psychosociaux.
- ...

10 ÉVALUATION DE LA MAÎTRISE DES RISQUES

Afin d'optimiser la radioprotection des travailleurs et de l'installation, 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 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. Céliér
- A. Danvin
- C. Michel

Experts

- P. Guérin, cardiologue, CHU de Nantes
- A. Jean-Pierre, PCR, AP-HP, Hôpital Lariboisière
- F. Limoges, médecin du travail, CMIE SEST AMETIF
- E. Museux, médecin radiologue libéral, PCR, Saint-Nazaire, FNMR
- V. Naël, médecin du travail, CHU de Nantes
- A. Noël, physicien médical, FNMR
- M. Nonent, radiologue, CHU de Brest
- V. Plagnol, physicien médical, FNMR, SCM Coradix, Perpignan
- J. Ragot, PCR, AP-HP, Hôpital Lariboisière
- F. Saunier-Kubs, physicienne médicale, CHRU de Nancy

Étude scanner interventionnel

Sont présentés dans cette annexe les résultats de l'évaluation individuelle d'exposition de praticiens :

- par type de procédure (**tableau I**) : divers types d'actes guidés par scanner, en radiologie viscérale (biopsie, drainage kystique ou liquidien...) et ostéo-articulaire (infiltration, biopsie, vertébroplastie...);
- par an, en considérant les activités spécifiques de chaque praticien (**tableau II**).

Ces résultats, issus de l'expérience d'un centre hospitalier avec une activité de radiologie interventionnelle, sont présentés à titre illustratif. Ils n'ont pas vocation à se substituer à l'évaluation des risques professionnels, qui est de la responsabilité de chaque employeur et qui doit prendre en compte les situations réelles de travail.

Les pratiques interventionnelles sous scanner peuvent parfois être complétées par l'utilisation d'un arceau¹ fixe ou mobile, mettant en œuvre l'imagerie classique en 2D. Les diverses installations qui peuvent être utilisées sont les suivantes :

- salle scanner permettant de réaliser des actes interventionnels en plus de l'imagerie à visée diagnostique;
- salle scanner utilisée en mode hybride, impliquant l'emploi d'un arceau mobile;
- salle hybride proprement dite, associant en un même équipement un scanner et un arceau fixe;
- scanner mobile utilisé au bloc opératoire ou peropératoire.

Déroulement des procédures de scanner interventionnel ayant fait l'objet de l'étude :

- la salle est utilisée en mode hybride;
- le praticien reste à proximité du patient, il porte les équipements de protection individuelle (EPI) adaptés et se place derrière un paravent plombé. Pour les procédures de drainage, d'infiltration articulaire et de vertébroplastie, l'utilisation d'un paravent plombé n'est toutefois pas toujours adaptée (**voir schéma A, page 130**);
- le manipulateur en électroradiologie médicale reste classiquement au niveau de la console durant l'acquisition. Il peut toutefois être amené à entrer dans la salle lors de l'émission des rayons X, par exemple pour faire des réglages lors de l'utilisation d'un arceau, ou en raison de l'état du patient. Il peut

également participer à la réalisation de l'acte (**voir schéma A**). En cas de présence en salle, il porte les EPI adaptés;

- un mode de projection de repérage (mode radio) est utilisé afin de localiser la zone concernée par l'acte;
- une acquisition hélicoïdale est réalisée sur cette zone afin de visualiser la lésion et de déterminer la voie d'abord;
- puis un mode d'acquisition dédié aux procédures interventionnelles est utilisé pour le guidage (le recours à un module interventionnel – courtes spirales ou coupes axiales, fluoroscanner – est recommandé). En effet, le paramétrage à faible dose de tels modules permet de limiter l'exposition, le choix de la collimation permet de réduire le volume exposé;
- pour certains types d'interventions (arthroscanner, vertébroplastie, infiltration...), un dispositif d'imagerie complémentaire (capteur plan) peut être utilisé afin d'obtenir une image planaire.

Paramétrages employés dans l'étude, sur une installation scanner utilisée en mode hybride :

- acquisitions hélicoïdales : 100 kV, 230 mAs;
- séquences interventionnelles :
 - courtes spirales 100 kV, 200 mAs;
 - coupes axiales 80 kV, 50 mAs;
- capteur plan : 62 kV, 0,3 mAs.

L'activité annuelle du service se répartit comme suit :

- 235 actes de radiologie ostéo-articulaire (arthroscanner);
- 30 actes d'infiltration articulaire postérieure;
- 15 actes de vertébroplastie;
- 20 actes de radiologie viscérale (biopsie et drainage).

Le GT remercie chaleureusement Antonella JEAN-PIERRE et Jérémie RAGOT pour la communication de ces données.

1. Arceau émetteur de rayons X : appareil de radiologie en forme d'arceau, fixe ou déplaçable, couplant solidaiement un tube émetteur de rayons X à un détecteur, et permettant l'acquisition d'images en deux ou trois dimensions dans différentes orientations autour du patient (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).

➤ **TABLEAU I : ÉVALUATION DE LA DOSE DU PRATICIEN PAR TYPE DE PROCÉDURE DANS CETTE ÉTUDE**

Types de procédure	Biopsie, drainage, arthroscanner*	Infiltration articulaire postérieure*	Vertébroplastie**
Types d'équipement	scanner	arceau	scanner + arceau
Techniques d'acquisition	fluoroscanner + séquences courtes spirales	scopie	séquences courtes spirales + scopie
Dose totale pour un examen (en μSv)			
organisme entier	2,9	0,5	4,8
cristallin	2,9	9,2	95,9
extrémités	2,9	9,2	95,9

* Dans ces types d'actes, les doses extrémités, cristallin et organisme entier sont similaires, les radiologues se tenant derrière un paravent plombé situé à 1 m du patient et/ou prenant garde à tenir leurs mains le long du corps, donc sur le même plan que leur visage, et à distance du champ diffusé proche.

** La part de la scopie est prédominante dans les doses reçues par l'organisme entier, le cristallin et les extrémités (données non présentées dans cette annexe).

➤ **TABLEAU II : ÉVALUATION INDIVIDUELLE DE L'EXPOSITION ANNUELLE EN CONSIDÉRANT LES ACTIVITÉS SPÉCIFIQUES DE CHAQUE PRA μ ICIEN (EN μSv) DANS CETTE ÉTUDE**

Évaluation individuelle de l'exposition sur 1 an (en μSv) *	Radiologue viscéral	Radiologue ostéo-articulaire (arthroscanner et infiltration articulaire postérieure)	Radiologue ostéo-articulaire réalisant également des vertébroplasties
Organisme entier	8,53	99,4	135,7
Extrémités	8,53	136,1	855,3
Cristallin	8,53	136,1	855,3

* Après ajout d'une dose de 0,6 μSv correspondant à la dose organisme entier reçue en une année par un radiologue présent au niveau de la console lors de la réalisation de scanners conventionnels.

SCHÉMA A PAGE SUIVANTE



Annexe (suite)

Schéma A: Disposition de la salle et des professionnels dans le cadre de l'étude sur le scanner interventionnel



- ① praticien
- ② manipulateur en électroradiologie médicale
- ③ paravent plombé
- ④ scanner
- ⑤ arceau
- ⑥ récepteur d'images
- ⑦ écrans
- ⑧ vitre plombée
- ⑨ console
- emplacement où les mesures d'exposition ont été effectuées