

Radioprotection : secteur médical

Radiologie conventionnelle et gestes interventionnels simples réalisés sur tables télécommandées. Installations fixes

Cette fiche, qui fait partie d'une collection réalisée par type d'activité, concerne les installations fixes du secteur de la radiologie conventionnelle ainsi que les gestes interventionnels simples pratiqués sur tables télécommandées. Elle est destinée aux acteurs de la radioprotection des travailleurs : conseillers en radioprotection (CRP), services de prévention et de santé au travail et responsables (employeurs...). Elle s'adresse aussi aux opérateurs (manipulateurs, médecins), 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, sans se substituer aux textes réglementaires ni aux documents émanant de la Direction générale du travail (DGT) ou de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). L'aide-mémoire juridique TJ 26 « Prévention des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants » constitue un document complémentaire à cette fiche en ce qui concerne la réglementation. Il est accessible sur le site de l'INRS (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TJ%2026>).

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). Voir la composition du groupe page 98.

Cette fiche annule et remplace la fiche FR 1 « Radiologie conventionnelle. Installations fixes en milieu médical » parue en 2010.

1 DÉFINITION DES APPAREILS ET TECHNIQUES CONCERNÉS

La radiologie conventionnelle a pour but l'analyse des structures anatomiques. Les rayons X (RX) traversent le corps du patient et sont plus ou moins atténués par les tissus biologiques en fonction de la densité de ceux-ci. Ce phénomène d'absorption différentielle détermine les variations de contrastes de l'image ainsi produite. La scanographie fait l'objet d'un document spécifique.

Les appareils électriques générateurs de RX sont composés *a minima* des éléments suivants :

- un générateur haute tension ;
- un tube radiogène ;
- une gaine protectrice ;
- un système de commande ;
- un récepteur.

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

2 PERSONNEL CONCERNÉ PAR LE RISQUE

L'ensemble des dispositions ci-après s'applique aux agents et salariés, y compris temporaires, de l'établissement, aux salariés d'entreprises extérieures, aux étudiants, stagiaires, ainsi qu'à toute personne placée à quelque titre que ce soit sous l'autorité de l'employeur. Il s'applique également aux travailleurs indépendants (professionnels libéraux) et aux employeurs. Sa mise en œuvre 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 :

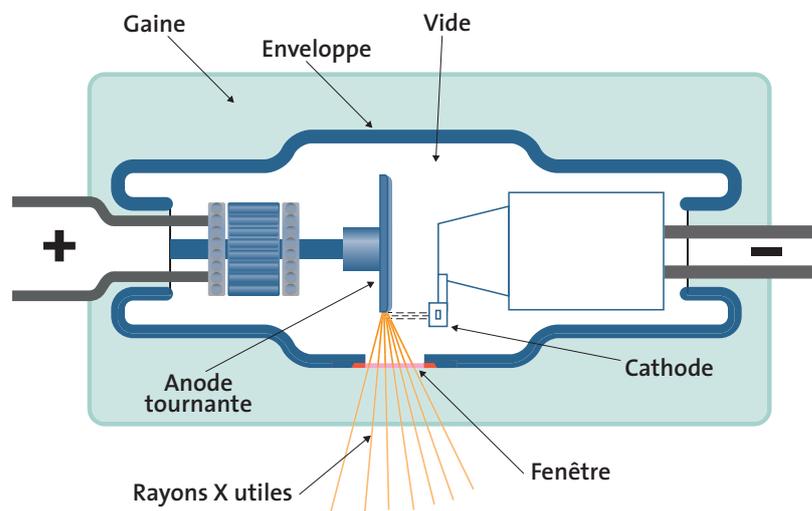
- les manipulateurs d'électroradiologie médicale (MERM) ;
- les praticiens habilités à réaliser des radiographies¹ ;
- les acteurs de la prévention (CRP, physicien médical) ;
- les services techniques ;
- les entreprises extérieures (maintenance, vérification des installations et équipements).

Dans le cas d'interventions d'entreprises extérieures et d'interactions entre leurs activités, une coordination des mesures de radioprotection doit être mise en place pour les différents intervenants entre le chef de l'entreprise utilisatrice (le travailleur indépendant le cas échéant) et le chef de l'entreprise extérieure. Cette coordination est assurée par le chef de l'entreprise utilisatrice. Ces mesures sont formalisées dans un plan de prévention écrit, quelle que soit la durée de l'intervention².

1. Code de la Santé publique, article R. 1333-68.

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

Figure 1 : Structure d'un tube à rayons X, à anode tournante, et de la gaine protectrice du dispositif d'émission de RX.



3 DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

■ Procédure générale de réalisation d'un examen de radiologie conventionnelle en installation fixe.

Une fois le patient installé, le personnel se positionne derrière le paravent de protection radiologique du pupitre de commande pendant l'émission des RX.

■ Certains actes (arthrographie, hystérogaphie...) ou motifs médicaux peuvent justifier la présence d'un professionnel de santé auprès du patient (enfant, patient agité...) pendant la réalisation des examens. Les équipements de protection adaptés doivent être mis en place (tablier plombé par exemple).

Sauf exceptions déterminées par l'équipe médicale (imagerie pédiatrique...), les accompagnants ne sont pas autorisés à rester dans la salle pendant l'émission des RX. Dans le cas contraire, ils devront porter les équipements de protection adaptés et suivre les consignes de sécurité fournies par les professionnels de santé³.

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

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

5. L'inventaire des sources et des appareils émetteurs des rayonnements ionisants est transmis à l'IRSN tous les 3 ans (https://www.irsn.fr/FR/prestations_et_formation/Missions_de_service_public/inventaire_sources_radioactives).

4 DANGER ET IDENTIFICATION DU RISQUE RADIOLOGIQUE

4.1 Danger

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

La figure 2 illustre les différents types de rayonnements produits à l'occasion de la prise d'une radiographie (sans qu'il soit tenu compte d'échelle ni de proportionnalité).

4.2 Identification du risque radiologique

Exposition externe, en fonction des caractéristiques de l'émission (énergie, débit de dose, durée) et de la distance entre la source de RX et le travailleur (tableau II).

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.

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

L'évaluation du risque est menée par le conseiller en radioprotection (CRP) sous la responsabilité de l'employeur ou de son représentant. La collaboration entre le médecin du travail et le CRP est importante. La démarche générale d'évaluation est détaillée dans l'aide-mémoire juridique TJ 26 « *Prévention des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants* ».

L'utilisation d'appareils de radiologie conventionnelle, qu'ils soient fixes ou mobiles, doit faire l'objet d'une déclaration auprès de l'ASN⁴ avant la première utilisation sur un patient⁵. La mise en service puis l'exploitation des installations sont subordonnées à la réalisation des vérifications réglementairement prévues.

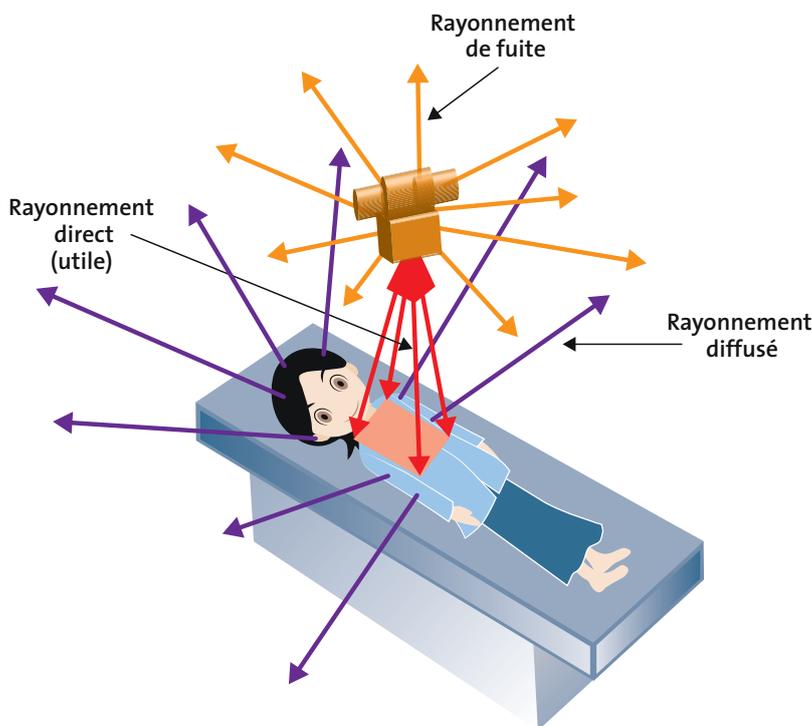
5.1 Éléments d'évaluation du risque radiologique

La première approche de l'évalua-

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

RAYONNEMENT DIRECT	RAYONNEMENT DIFFUSÉ	RAYONNEMENT DE FUITE
Faisceau direct, dit utile, provenant directement du tube à rayons X (RX). Haut débit, très directif.	Produit par l'interaction avec les éléments positionnés dans le faisceau direct. Sa source essentielle est le patient. Émis dans toutes les directions sans être homogène. La mesure la plus efficace pour réduire le rayonnement diffusé est la limitation du champ d'entrée à la zone d'intérêt (diaphragme et localisateur).	Émis autour de la gaine du tube à RX dans toutes les directions. Fortement filtré, présentant un caractère fortement pénétrant.

Figure 2 : Différents types de rayonnements ionisants produits à l'occasion de la prise d'une radiographie.



> TABLEAU II : RISQUE EN LIEN AVEC L'ÉMISSION DE RX PAR LE TUBE À RX

RAYONNEMENT DIRECT	RAYONNEMENT DIFFUSÉ	RAYONNEMENT DE FUITE
Risque d'exposition des extrémités limité si les règles de bonnes pratiques sont respectées et si les exigences réglementaires en matière de maintenance, de contrôle qualité et de vérifications sont remplies et concluent à une absence de non-conformité.	Risque d'exposition dans la salle, d'autant plus élevé que l'on se trouve proche du patient.	Risque d'exposition limité, quel que soit l'endroit dans la salle, si la conception de l'appareil satisfait aux exigences réglementaires et si la maintenance et les vérifications (cf. 6.3 et 6.4), correctement effectuées, concluent à une absence de non-conformité.

6. Défaillance potentielle du premier moyen de prévention (premiers systèmes de verrouillage de sécurité, non-respect d'une consigne de sécurité).

tion 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 caractéristiques du générateur de RX (réglage des paramètres : haute tension, intensité, durée d'émission, fréquence d'impulsion...) 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 (corps entier, extrémités, peau) ;
- les moyens de protection collective (blindage de l'installation, paravents plombés) ;
- l'estimation des expositions par démonstration théorique (simulation, calcul...), retours d'expérience (REX) sur des installations similaires ;
- les résultats des vérifications initiales réalisées sur l'installation par un organisme accrédité.

Les résultats de l'évaluation préalable du risque doivent être consignés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

5.2 Identification et signalisation des zones délimitées

La démarche concerne les zones où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des doses supérieures à 0,08 millisievert par mois (mSv/mois) pour le corps entier ou à 4 mSv/mois pour les extrémités ou la peau. La signalisation de la source d'émission de RX est obligatoire.

La définition des zones est fixée par la réglementation et traduit la gradation du risque. La délimitation de ces zones est mise en œuvre par l'employeur ou son représentant,

sur proposition du CRP, sur la base de l'évaluation préalable du risque radiologique.

Le zonage se définit à partir des niveaux d'exposition potentiels, qu'ils concernent le corps 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 prévisibles⁶ inhérents au procédé de travail ou du travail effectué ;
 - en tenant compte des équipements de protection collective (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, la présence, au niveau de chaque accès, d'un plan de l'installation sur lequel figurent les zones délimitées répond à cette exigence.
- Lorsque les conditions d'utilisation le permettent, la délimitation de la zone surveillée ou contrôlée peut être intermittente. La signalisation est assurée par un dispositif lumineux garantissant la cohérence permanente entre le type de zone et la signalisation.

Pour la majorité des salles de radiologie conventionnelle, 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.

Le pupitre de commande couplé à un dispositif émetteur de RX doit être aménagé de façon à garantir la délimitation au plus d'une zone surveillée dès lors qu'il est à l'intérieur du local de travail (installation d'un paravent de protection

radiologique). S'il est indépendant du dispositif émetteur de RX, par conception, le local de travail abritant le pupitre de commande ne doit pas constituer une zone délimitée.

La délimitation des zones est consignée dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

5.3 Évaluation individuelle de l'exposition et classement du personnel

5.3.1 Évaluation individuelle de l'exposition aux postes de travail

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, qu'ils soient classés ou non. Elle est communiquée au médecin du travail lorsque l'employeur propose un classement.

L'évaluation individuelle de l'exposition prend en compte les tâches réalisées, 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. Elle comporte des informations relatives à la dose efficace et aux doses équivalentes que le travailleur est susceptible de recevoir sur les 12 mois consécutifs à venir. Elle intègre l'ensemble des tâches réalisées, extrapolées sur une année, en tenant compte de la variabilité des pratiques individuelles, des expositions potentielles (plan de charge représentatif de l'activité du travailleur) et des incidents raisonnablement prévisibles (présence des mains de l'opérateur à proximité du faisceau direct par exemple). Elle doit également prendre en compte les EPC et les EPI utilisés. 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 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.

Le responsable de l'entreprise utilisatrice doit communiquer à l'entreprise de travail temporaire les résultats de l'évaluation individuelle du risque liée à la mission confiée, avant la mise à disposition du travailleur.

L'évaluation individuelle de l'exposition a pour objet de définir les mesures de prévention et fonde notamment le classement des travailleurs en référence aux niveaux de dose réglementaires fixés pour le classement.

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 niveaux d'exposition et les contraintes de dose seront affinés grâce aux données issues du retour d'expérience, notamment :

- aux résultats des mesures effectuées lors des vérifications périodiques ;
- aux résultats de la surveillance dosimétrique individuelle et, le cas échéant, de la dosimétrie opérationnelle ;
- à l'analyse des événements indésirables dont les événements significatifs de radioprotection (ESR)⁷ (incidents, accidents...).

5.3.2. Classement du personnel

Le classement s'applique à tout travailleur susceptible de dépasser, dans le cadre de son activité professionnelle, l'une des limites de dose fixées pour un travailleur non classé, dans les conditions habituelles de réalisation des opérations, incluant les incidents raisonnablement prévisibles et les expositions potentielles qui en découlent. Les limites

de dose pour un travailleur non classé et les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) sont définies respectivement aux articles R. 4451-57 et R. 4451-6 du Code du travail. Elles sont présentées 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 proposées par type de poste sont reprises à titre illustratif dans le **tableau IV page suivante**.

Le bilan annuel de l'exposition professionnelle, établi par l'IRSN, présente les résultats de la surveillance dosimétrique de l'ensemble des travailleurs classés, et notamment des professionnels de santé⁸.

5.4 Choix de la surveillance dosimétrique

Une surveillance dosimétrique individuelle adaptée aux caractéristiques des rayonnements

7. Guide de l'ASN n° 11 : Événement significatif dans le domaine de la radioprotection (hors installation nucléaire de base -INB- et transports de matières radioactives) : déclaration et codification des critères, version du 7 octobre 2009. Mise à jour juillet 2015.

8. <https://siseri.irsn.fr/bilans/Pages/bilan-exposition-travailleurs.aspx>.

➤ **TABLEAU III : VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE ET LIMITES 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**
Travailleur non classé	≤ 1	≤ 50	≤ 15
VLEP (sauf travailleuses enceintes et travailleurs de moins de 18 ans***)	≤ 20	≤ 500	≤ 20
Travailleurs, catégorie B	> 1 et ≤ 6	> 50 et ≤ 150	> 15
Travailleurs, catégorie A	> 6	> 150	–

* 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 A uniquement au titre de l'exposition du cristallin. La VLEP pour le cristallin est de 20 mSv sur 12 mois consécutifs à compter du 1^{er} juillet 2023. Du 1^{er} juillet 2018 au 30 juin 2023, la valeur limite de la dose cumulée (sur ces 5 années) est de 100 mSv, pour autant que la dose reçue au cours d'une année ne dépasse pas 50 mSv.

*** 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 le corps entier, 150 mSv pour la peau et les extrémités, et 15 mSv pour le cristallin.

> TABLEAU IV : CLASSEMENT DES TRAVAILLEURS LE PLUS SOUVENT PROPOSÉ EN FONCTION DES TYPES DE POSTES

Poste	Classement le plus souvent proposé
Manipulateur d'électroradiologie médicale	Catégorie B
Médecin, interne	Catégorie B
Acteurs 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 de ménage, personnel d'entretien n'intervenant pas sur les générateurs	Non classés

ionisants est mise en place sur la base de l'évaluation individuelle d'exposition préalable. Pour l'exposition externe corps entier, un dosimètre à lecture différée (passif) doit être porté.

Le port d'un dosimètre opérationnel est obligatoire :

- pour les travailleurs classés intervenant en zone contrôlée ;
- pour toute personne non classée accédant en zone contrôlée verte ou jaune, après y avoir été autorisée par l'employeur.

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, limitation) :

- suppression ou limitation du

risque (pertinence des examens) ;

- 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 générateurs de RX, des appareils de mesure et des dispositifs de protection et d'alarme. Les résultats de ces vérifications font l'objet d'un enregistrement systématique, toute anomalie doit être analysée, traitée et tracée ;

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

- ...

Dans le domaine de l'imagerie médicale, les équipements font l'objet de maintenance et de contrôle qualité. Les professionnels s'appuieront en outre sur les guides professionnels de bonne pratique¹⁰. Les mesures prises pour la radioprotec-

tion des patients contribuent également le plus souvent à la protection des travailleurs.

6.2 Conception de l'installation

Les appareils à RX doivent répondre à des exigences quant à leur conception d'une part¹¹, aux conditions relatives à leur installation d'autre part¹².

Les règles techniques minimales de conception des locaux pour une utilisation donnée doivent être respectées, 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 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

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. Voir les guides édités par la Société française de radiologie, accessibles sur le site www.sfrnet.org, notamment le *Guide pratique de l'imagerie diagnostique à l'intention des médecins radiologues* et le *Guide des procédures radiologiques*.

11. 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).

12. 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 15 mai 2006 modifié par arrêté du 28 janvier 2020 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.

(incluant les opérations de maintenance) ;

- 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 mises en œuvre par des organismes accrédités. Elles doivent être réalisées lors de la mise en service d'un équipement, ou à l'issue de toute modification importante de l'équipement, des lieux, des méthodes ou des conditions de travail susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs¹³.

Les résultats de l'ensemble des différentes vérifications, initiales et périodiques, sont intégrés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels.

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 par la notice d'instructions du fabricant, et qu'il peut être utilisé en sécurité. Elle doit être renouvelée 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 est complétée par la vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection (systèmes d'arrêt d'urgence...) et d'alarme (signalisation lumineuse...) 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 limites applicables dans les lieux attenants¹⁴. Cette vérification prend en compte, notamment, les protections mises en place.

Ces mesurages sont complétés par une vérification de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de protection et d'alarme existants tel que le système d'arrêt d'urgence.

La vérification initiale du lieu de travail doit être renouvelée à l'issue de toute modification importante. Parmi ces modifications, se retrouvent, notamment, celles pouvant remettre en cause :

- des éléments de la conception de l'installation ;
- des équipements de protection collective ;
- les conditions d'utilisation.

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

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 initiales¹⁵. 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. En cas d'anomalies et incidents, ces vérifications sont éventuellement à compléter. Elles sont mises en œuvre par le CRP ou sous sa supervision.

6.4.1 Vérifications périodiques des équipements

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

6.4.2 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.

6.4.3 Vérifications périodiques des lieux de travail

Elles comprennent les mesures de doses intégrées (et/ou de débits de dose le cas échéant) 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 ne peut excéder trois mois dans les zones délimitées. Il peut être différent dans les lieux de travail attenants.

6.5 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.

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, ainsi que de la pertinence de son emplacement et,

13. 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.

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

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

le cas échéant, de la cohérence du mouvement propre ;

■ avant chaque utilisation, s'assurer du bon fonctionnement des instruments de mesure de radioprotection (alimentation électrique, cohérence du mouvement propre) ;

■ périodiquement, réaliser une vérification de l'étalonnage 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 d'étalonnage ne peut excéder trois ans. L'employeur tient compte de la notice d'instruction du fabricant et de l'usage qui est fait de l'instrument.

6.6 Utilisation des générateurs de RX

■ Rédiger les protocoles de réalisation des examens (paramétrages de l'émission...).

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

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

→ effectuer les réglages permettant de diminuer les niveaux d'exposition (paramétrages de l'émission, collimation).

■ Pendant le fonctionnement des générateurs de RX :

→ respecter les protocoles établis ;

→ utiliser les EPC (paravents...) ;

→ associer des EPI aux EPC si nécessaire (cf. paragraphe 6.7.1 *Mesures techniques individuelles*).

Le choix des EPI (tabliers plombés, allégés, sans plomb...) se fait en concertation avec le médecin du travail et doit être adapté à l'énergie des RX.

6.7 Mesures concernant les travailleurs

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

Les travailleurs non classés peuvent accéder aux zones surveillées et contrôlées vertes sous cer-

taines 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 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.

6.7.1 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. 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.

6.7.2 Formation et information

Une information ciblée ainsi que, le cas échéant, une formation appropriée, adaptées aux résultats de l'évaluation des risques, doivent être délivrées aux travailleurs exposés au risque radiologique.

6.7.2.1 Formation et information des travailleurs

■ Formation et information sont organisées et délivrées avec le concours du CRP qui exerce ses missions en lien avec le médecin du travail et le salarié compétent pour la prévention des risques professionnels, ou l'assistant (ou conseiller) de prévention le cas échéant.

■ Formation spécifique à la radioprotection pour les travailleurs classés :

→ 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 jours¹⁶, et au moins tous les 3 ans ;

→ sensibilisation des femmes sur les risques pour l'enfant à naître et sur l'importance de la déclaration précoce de la grossesse.

■ Information pour les travailleurs non classés dûment autorisés à accéder en zone délimitée (information 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.

■ Pour les travailleurs des entreprises extérieures, information adaptée, conformément aux dispositions prévues par le plan de prévention.

6.7.2.2 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 d'un dosimètre...).

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

■ Mise à disposition des notices d'utilisation des appareils électriques 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 au poste de travail.

■ Affichage des noms et coordonnées du CRP, du médecin du travail

(service de prévention et de santé au travail – SPST) et de l’agent de contrôle de l’Inspection du travail.

6.7.3 Évaluation individuelle de l’exposition aux rayonnements ionisants

Le lecteur se reportera au paragraphe 5.3.1 *Évaluation individuelle de l’exposition aux postes de travail*.

6.7.4 Mise en œuvre de la dosimétrie

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)¹⁷ par l’intermédiaire du Correspondant de l’employeur pour SISERI (CES). La gestion de SISERI est assurée par l’IRSN.

6.7.4.1 Dosimétrie à lecture différée (passive)

- Obligatoire pour les travailleurs classés.
- Périodicité de port, déterminée par l’employeur, ne pouvant excéder trois mois.
- Port sous les EPI le cas échéant.
- Mise en place :
 - chaque employeur (y compris le chef d’entreprise extérieure ou 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 ;
 - chaque employeur doit effectuer des démarches auprès de l’IRSN pour que le médecin du travail et le CRP puissent accéder aux résultats dosimétriques de SISERI ;
 - 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.

- Communication des résultats :
 - le médecin du travail communique et commente les résultats dosimétriques individuels au travailleur ;
 - le CRP a accès aux résultats de la dose efficace et des doses équivalentes sur la durée du contrat de travail du travailleur. Ces résultats peuvent être consultés sur 24 mois glissants *via* SISERI.

6.7.4.2 Dosimétrie opérationnelle

L’utilisation de la dosimétrie opérationnelle s’inscrit dans le cadre de la gestion de contrainte de dose définie par l’employeur. Le dosimètre opérationnel se positionne comme un outil d’alerte et de pilotage des mesures de prévention (optimisation).

- Obligatoire en cas d’entrée en zone contrôlée.
- Port sous les EPI ou sur les EPI, après avoir défini un coefficient de transfert.
- Mise en place :
 - il appartient à chaque employeur de fournir les dosimètres opérationnels aux salariés qu’il emploie ;
 - pour les entreprises extérieures et les travailleurs indépendants, des accords pour la fourniture des dosimètres opérationnels peuvent être conclus entre le chef de l’entreprise utilisatrice et le chef de l’entreprise extérieure (le cas échéant le travailleur indépendant) dans le cadre du plan de prévention ;
 - pour les entreprises de travail temporaire, la dosimétrie opérationnelle est à la charge de l’entreprise utilisatrice ;
 - pour les stagiaires, étudiants, internes, la dosimétrie opérationnelle est assurée par l’employeur de la personne sous l’autorité de laquelle ils sont placés.
- Paramétrage
Les dosimètres opérationnels sont

paramétrés par le CRP qui définit des seuils d’alarme.

- 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’entreprise utilisatrice, le CRP de l’entreprise utilisatrice communique ces résultats au CRP de l’entreprise extérieure.

7 SUIVI INDIVIDUEL DE L’ÉTAT DE SANTÉ

7.1 Suivi individuel renforcé

Tout travailleur classé bénéficie d’un suivi individuel renforcé – SIR – ou d’une surveillance médicale particulière pour la Fonction publique. Il est de la responsabilité de l’employeur de s’assurer que les travailleurs bénéficient du suivi médical en santé au travail. L’ensemble des dispositions s’applique aux travailleurs indépendants qui doivent prendre les mesures nécessaires pour bénéficier d’un suivi médical en santé au travail.

Le suivi individuel renforcé 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

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

des examens d'aptitude est déterminée par le médecin du travail et ne peut être supérieure à quatre ans. Une visite intermédiaire est effectuée par un professionnel de santé (médecin du travail, collaborateur médecin, interne en santé au travail, infirmier en santé au travail) au plus tard deux ans après la visite avec le médecin du travail et donne lieu à la délivrance d'une attestation de suivi.

7.2 Visite médicale de fin de carrière et surveillance post-professionnelle

Les travailleurs bénéficiant 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 retraite¹⁸. Celle-ci est organisée suite à la transmission de l'information par l'employeur au SPST, ou directement à leur demande. Le SPST s'assure que les conditions justifiant cette visite sont remplies. Si tel est le cas, le médecin du travail dresse un état des lieux des expositions incluant, outre les expositions ayant motivé un SIR, certains facteurs de risques professionnels (dits de « pénibilité »)¹⁹... Il se base sur le contenu du dossier médical en santé au travail, les déclarations du travailleur et des employeurs, et remet un document au travailleur.

Par ailleurs, lorsque le travailleur remplit les conditions pour bénéficier du dispositif de surveillance post-professionnelle en raison de son exposition aux rayonnements ionisants, le médecin du travail met en place une telle surveillance en lien avec le médecin traitant et le médecin conseil des organismes de sécurité sociale²⁰. L'attestation d'exposition profes-

sionnelle aux rayonnements ionisants est établie par l'employeur et le médecin du travail.

7.3 Orientation du suivi individuel de l'état de santé

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

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

■ Résultats de la surveillance dosimétrique individuelle.

■ Examens complémentaires : une NFS (numération - formule sanguine) peut être réalisée à l'embauche 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.

7.4 Organisation du suivi individuel renforcé pour les travailleurs des entreprises extérieures

■ Cadre général :

→ le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice assure, pour le compte de l'entreprise extérieure, la réalisation des examens complémentaires rendus nécessaires par la nature et la durée des travaux effectués par les salariés de l'entreprise extérieure dans l'entreprise utilisatrice ;

→ les résultats en sont communiqués au médecin du travail de

l'entreprise extérieure qui déterminera l'aptitude au poste ;

→ le chef de l'entreprise utilisatrice doit faciliter l'accès du poste de travail au médecin du travail de l'entreprise extérieure.

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

7.5 Travailleuse enceinte

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

7.6 Dossier médical en santé au travail

■ Le dossier médical en santé au

18. Articles R. 4624-28-1 à R. 4624-28-3 du Code du travail, applicables depuis le 1^{er} octobre 2021.

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

20. Voir le site AMELI de l'Assurance maladie (rubrique Droits et démarches).

travail comporte notamment :

- les données de l'évaluation individuelle de l'exposition aux RI ;
- le relevé dosimétrique 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.

■ Il 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.

■ Il est communiqué au médecin inspecteur du travail sur sa demande et peut être adressé, avec l'accord du travailleur, au médecin choisi par celui-ci.

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

8 INCIDENTS ET DYSFONCTIONNEMENTS

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'alerte de l'IRSN : 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.

8.2. Volet administratif

■ En cas d'événement significatif en radioprotection (ESR) : prévenir l'ASN et déclarer l'ESR²¹. Une copie est à adresser à l'IRSN.

■ Critères ESR concernant directement l'exposition des travailleurs :

→ critère 1 : exposition ou situation mal ou non maîtrisée, ayant entraîné ou susceptible d'entraîner un dépassement de la limite de dose individuelle annuelle réglementaire associée au classement du travailleur ; ou situation imprévue ayant entraîné le dépassement, en une seule opération, du quart d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire pour un travailleur ;

→ critères 6.1 et 6.2 : autres événements susceptibles d'affecter la radioprotection, jugés significatifs, soit par le responsable de l'activité, soit par l'ASN (exemple : répétition d'événements mineurs, erreur d'utilisation d'un dosimètre...).

■ En cas de dépassement de l'une des valeurs limites réglementaires : prévenir l'agent de contrôle de l'Inspection du travail ou équivalent, l'ASN, l'IRSN et le Comité social et économique le cas échéant.

■ 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 retour d'expérience.

9 RISQUES ASSOCIÉS

■ Risque radiologique lié à la manipulation de sources 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...

■ Agents physiques : bruit, champs électromagnétiques, rayonnements optiques artificiels...

■ Risque électrique.

■ Gestes répétitifs, manutention et postures contraignantes, chutes...

■ 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 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

21. <https://www.asn.fr/Professionnels/Activites-medicales/Evenements-significatifs-dans-le-domaine-medical>.

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 Comité social et économique 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

Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

- A. Bourdieu
- R. Mouillseaux

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

- D. Célier

Experts

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

