

Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en installations nucléaires de base

Extraits des recommandations élaborées selon le guide méthodologique « Recommandations pour la pratique clinique » publié par la Haute Autorité de Santé en juillet 2011

EN
RÉSUMÉ

AUTEURS :

SFMT, Société française de médecine du travail

La composition du groupe de travail est publiée dans la fiche descriptive en fin d'article

Cette recommandation de bonne pratique a reçu le label de la Haute Autorité de Santé (HAS). Ce label signifie que celle-ci a été élaborée selon les procédures et règles méthodologiques préconisées par la HAS. Toute contestation sur le fond doit être portée directement auprès de la société promotrice, la Société française de médecine du travail (SFMT). La rédaction remercie la SFMT, de l'avoir autorisée à reproduire ici une version courte de ces recommandations, accompagnée de la fiche d'information destinée aux travailleurs. Le lexique et les définitions ont été réduits aux termes utilisés dans ces extraits.

L'ensemble des textes ainsi que les éléments bibliographiques sont téléchargeables sur le site de la SFMT : www.chu-rouen.fr/pages/Recommandations.php

MOT CLÉS

Radioprotection/
rayonnement
ionisant/
surveillance
médicale

1. Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants. J Off Répub Fr. 2003 ; 262, 13 novembre 2003 : 19 326.

INTRODUCTION

THÈME DES RECOMMANDATIONS

Le thème de travail concerne la surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides d'origine professionnelle des travailleurs exposés à ce risque dans les installations nucléaires de base (INB).

L'exposition interne par des radionucléides est le terme réglementaire pour parler d'une contamination interne. Elle correspond à la pénétration (incorporation) à l'intérieur de l'organisme humain d'un ou plusieurs radionucléides. Ce terme a été retenu par analogie avec celui d'exposition externe, pour laquelle l'irradiation s'arrête dès que le travailleur est sorti du poste de travail. À l'inverse, pour une exposition interne, l'irradiation se poursuit tant que les radionucléides n'ont pas été éliminés de l'organisme, même après le retrait du travailleur du poste de travail.

La conséquence d'une exposition interne s'évalue par l'estimation

d'une dose délivrée sur l'organisme entier (dose efficace) sur une durée (heures, jours, mois, années) selon l'élimination du radionucléide.

Le calcul de la dose efficace prend en compte la durée de rétention dans l'organisme, d'où la dénomination de dose efficace engagée (dans le temps). Réglementairement pour le travailleur, le calcul est réalisé sur une période de 50 ans après l'exposition.

C'est une étape indispensable pour guider les décisions du médecin du travail.

En 2003, plusieurs décrets et arrêtés, retranscrits en 2007 dans le Code du travail⁽¹⁾ et le Code de la santé publique, ont reprecisé le cadre réglementaire de cette surveillance en confirmant les exigences en terme de principes et objectifs généraux sans définir de manière opérationnelle le contenu et la méthode pour y répondre, en particulier pour la définition des programmes de surveillance et l'estimation du bilan dosimétrique et sanitaire.

Les médecins du travail en pratique courante sont confrontés à des difficultés de compréhension

Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en installations nucléaires de base

et d'appropriation de la méthode d'évaluation de la dose efficace engagée suite à exposition interne. Cette évaluation est un exercice difficile malgré l'abondance de la littérature et des données scientifiques existantes sur le domaine concerné.

OBJECTIFS DES RECOMMANDATIONS

Elles visent à optimiser la prévention du risque d'exposition interne et le suivi médical des travailleurs exposés à ce risque en permettant :

- d'homogénéiser les pratiques professionnelles de médecin du travail,
- de renforcer la prévention primaire par la contribution à l'amélioration de la propreté radiologique des postes de travail en coordination avec les autres acteurs de la prévention en santé au travail et par la prise en compte du retour d'expérience,
- d'améliorer les actions d'information aux travailleurs sur la nature du risque.

Elles répondent à un triple objectif :

1. améliorer la mise en place de protocoles de surveillance adaptés au risque d'exposition (thème B),
2. préciser la méthode pour l'interprétation des données de la surveillance (thème C),
3. disposer d'éléments d'estimation du risque sanitaire associé à une dose (thème D).

QUESTIONS ABORDÉES

Les recommandations répondent aux questions suivantes :

Pour la mise en œuvre – communication – traçabilité et archivage (Thème A) :

- Pourquoi et à partir de quel niveau estimer la dose ?
- Comment et qui ?

- Quels résultats communiquer ? à qui ? sous quelles formes ?
- Comment tracer et archiver ?

Pour les programmes de surveillance (thème B) :

- Quelles sont les finalités, principes et catégories des programmes de surveillance ?
- Quels sont les éléments nécessaires pour l'évaluation du risque ?
- Quel protocole mettre en place et comment valider sa pertinence ?
- Quel est l'impact des éléments socio économiques sur le programme de surveillance ?

Pour l'estimation de la dose efficace engagée (thème C) :

- Quels modèles et valeurs de paramètres par défaut utiliser ?
- Quelle méthode pour l'interprétation rapide des premiers résultats d'examen ?
- Comment estimer et valider l'activité incorporée et la dose efficace engagée ?
- Que peut-on dire de l'incertitude sur le résultat de l'estimation dosimétrique ?
- Que peut-on attendre des logiciels de calculs de dose ?
- Quelles sont les alternatives à l'utilisation du modèle par défaut ?

Pour le risque sanitaire et la prise en charge par le médecin du travail (thème D) :

- À partir de quelle dose efficace engagée faut-il évaluer le risque sanitaire ?
- Comment l'évaluer ?
- Comment répondre aux travailleurs quant à la signification sanitaire liée à la dose estimée ?

LIMITES DES RECOMMANDATIONS

Ces recommandations concernent le champ médico-professionnel du secteur nucléaire en INB, mais

elles pourront servir de base à l'élaboration de recommandations couvrant un champ plus élargi englobant le secteur médical, la recherche et les industries non nucléaires.

Elles sont également pour partie limitées du fait de la spécificité de la réglementation française sur le sujet.

Concernant les circonstances d'exposition, les recommandations sont ciblées sur les expositions par inhalation, qui correspondent aux modalités d'exposition principale des travailleurs.

Elles abordent également la problématique d'une exposition suite à la contamination d'une plaie, qui peut entraîner une dose locale au niveau du point d'entrée et une dose liée au transfert direct systémique (passage dans le sang suivant le modèle « injection »).

Elles ne concernent pas la problématique des expositions suite à ingestion de produits contaminés, qui correspondent aux modalités d'exposition principale des populations.

Concernant les radionucléides choisis, les recommandations sont limitées aux principaux radionucléides à l'origine des expositions professionnelles en INB, qui sont : Cf. tableau I ci-dessous.

Tableau I

Émetteurs gamma *	Co-58 (S), Co-60 (S), Ag-110m (S), Cs-137 (F), I-131 (F)
Émetteurs bêta	H-3, C-14, P-32, Sr-90, Ni-63
Émetteurs alpha *	Uranium naturel UF6 (F), UO2 (S), Pu-238-239-240 nitrate (M) et oxyde (S), Am-241 (M), Th-232 (S)

* nom du radionucléide et type d'absorption entre parenthèses, cf. encadré Définitions, pp. 56-57.

ACTUALISATION DES RECOMMANDATIONS

Ces recommandations sont établies dans un contexte donné d'avancées scientifiques pour la période 2011-2016.

Elles devront être réactualisées en fonction des évolutions scientifiques et des réglementations qui en découleront, et en tenant compte du retour d'expérience des pratiques professionnelles.

POPULATION ET PROFESSIONNELS DE SANTÉ CONCERNÉS

Ces recommandations concernent l'ensemble des travailleurs (de

l'ordre de 64 000 - rapport IRSN rapport 2009⁽²⁾) intervenant dans une installation nucléaire de base INB des domaines civil et militaire (soit 126 INB réparties sur le territoire français au 31 décembre 2010 – source Décision n° 2011-DC-0204 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 4 janvier 2011) et exposés à un risque d'exposition interne par des radionucléides.

Les INB concernées sont essentiellement celles des exploitants suivants :

- AREVA,
- le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA),

2. La radioprotection des travailleurs. Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France : bilan 2009. IRSN, 2010 (www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/IRSN_bilan_annuel_travailleurs_2009.pdf).

- Électricité de France (EDF),
- la Direction générale de l'armement (DGA) et le secteur de la Défense.

Les recommandations sont destinées aux professionnels en santé au travail exerçant dans le domaine concerné, soit environ 450 médecins du travail et leurs équipes (infirmiers en santé au travail).

Elles peuvent également concerner les médecins hospitaliers, urgentistes... susceptibles de prendre en charge des victimes d'accident radiologique dans le cadre du risque N(ucléaire) du plan Nucléaire radiologique biologique chimique (NRBC).

suite page 57

> LEXIQUE

En vue de faciliter la lecture du texte, les abréviations et acronymes utilisés sont explicités ci-dessous.

Abréviation : Libellé

AIEA (IAEA) : Agence internationale de l'énergie atomique (*International atomic energy agency*)

ALARA : *As low as reasonably achievable* (aussi bas que raisonnablement possible), dénommé Optimisation

ANAES : Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé*

ASN : Autorité de sûreté nucléaire

AREVA : groupe industriel français spécialisé dans les métiers de l'énergie en particulier nucléaire

Bq/mBq : Becquerel/milliBecquerel

CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

CIPR (ICPR) : Commission internationale de protection radiologique

CHSCT : Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail

CHSCT élargi (CIESCT pour EDF) : Dans les établissements à haut risque industriel classés « Seveso seuil haut » ou comprenant une installation nucléaire civile. Il est prévu que les CHSCT de ces établissements se réunissent en formation élargie aux salariés et chefs des entreprises extérieures désignés, lorsque cette réunion a pour objet de contribuer à la définition des règles communes de sécurité dans l'établissement et à l'observation de mesures préventives

CIESCT : Commission Interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail

COFRAC : Comité français d'accréditation

DAMA : Diamètre aérodynamique médian en activité, également dénommé Granulométrie

DAM : Direction des Applications Militaires

DGA : Direction Générale de l'Armement

DPUI : Dose par Unité Incorporée

EDF : Électricité de France

Gy/mGy : Gray/milliGray

HAS : Haute autorité de santé

INB : Installation nucléaire de base

IRSN : Institut de radioprotection et sûreté nucléaire

LBM : Laboratoire de biologie médicale

NRBC : Nucléaire radiologique biologique chimique

NCRP : *National council on radiation protection and measurements*

NE : Niveau d'enregistrement

NED : Niveau d'enregistrement dérivé

PCR : Personne compétente en radioprotection

SISERI : Système d'information pour la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants

SFMT : Société française de médecine du travail

SRP : Service de radioprotection

SST : Service de santé au travail

Sv/mSv : Sievert/milliSievert

* NDLR : devenue HAS en 2005.

Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en installations nucléaires de base

> DÉFINITIONS

Les termes utilisés dans ce guide et dans la rédaction des recommandations sont les termes utilisés dans les textes réglementaires. Ces termes peuvent être différents de ceux utilisés dans les publications de la CIPR, les normes ou autres guides. La concordance entre les différentes dénominations est précisée dans le lexique. La notation retenue pour l'écriture des radionucléides est la suivante : Symbole-nombre de masse. Exemple pour le Cobalt 60 : Co-60.

Définitions	Libellé
Absorption et Types d'absorption	Absorption caractérisée par un taux de transfert des composés déposés et qui, en fonction du composé, est désignée comme étant de type F, M ou S. Type F : absorption de composés qui ont un taux de transfert rapide (en anglais, fast) du site de dépôt de l'arbre respiratoire vers les fluides du corps. Type M : absorption de composés qui ont un taux de transfert intermédiaire (en anglais, moderate) du site de dépôt de l'arbre respiratoire vers les fluides du corps. Type S : absorption de composés qui ont un taux de transfert lent (en anglais, slow) du site de dépôt de l'arbre respiratoire vers les fluides du corps. Autre dénomination : solubilité, transférabilité.
Actinides	Nom destiné aux éléments chimiques dont le numéro atomique va de 89 inclus à 103 inclus dans la classification du tableau périodique des éléments.
Activité	L'activité A d'une quantité d'un radionucléide à un état énergétique déterminé et à un moment donné est le quotient de dN par dt, où dN est le nombre probable de transitions nucléaires spontanées avec émission d'un rayonnement ionisant à partir de cet état énergétique dans l'intervalle de temps dt. Elle est exprimée en becquerels (Bq).
ALARA	Voir optimisation.
Ca-DTPA	Diéthylène Triamine Penta Acétate calcique = complexant du plutonium et de l'américium qui agit par protection des organes cibles.
Contamination	Contamination d'une matière, d'une surface, d'un milieu quelconque ou d'un individu par des substances radioactives. Dans le cas particulier du corps humain, cette contamination radioactive comprend à la fois la contamination externe cutanée et la contamination interne par quelque voie que ce soit.
Demi-vie	Voir période.
Dépôt	Particules radioactives déposées, exprimé en % de l'activité initialement déposée.
Diamètre aérodynamique médian en activité (DAMA)	Valeur du diamètre aérodynamique telle que 50 % de l'activité dans l'air d'un aérosol défini sont associés à des particules plus petites que le DAMA, et que 50 % de l'activité sont associés à des particules plus grosses que le DAMA. Note : le diamètre aérodynamique d'une particule dans l'air est le diamètre correspondant à une sphère de densité unitaire qui devrait posséder la même vitesse dans l'air que la particule étudiée. Autre dénomination : granulométrie.
DPUI	Voir h(g)
Dose efficace (E)	Somme des doses équivalentes pondérées délivrées par expositions interne et externe aux différents tissus et organes du corps mentionnés dans l'article R. 4451-16. Elle est exprimée en Sievert (Sv).
Dose efficace engagée (E ₅₀)	Dose efficace intégrée sur 50 ans après l'incorporation pour les travailleurs.
f (t) fonction d'excrétion	Fraction de l'incorporation éliminée de l'organisme dans les excréta (urines ou selles), à un temps (t) donné suivant l'incorporation.

Définitions	Libellé
f (t) fonction de rétention	Fraction de l'incorporation retenue dans l'organisme ou dans un tissu, un organe cible ou une région corporelle, après un temps donné suivant l'incorporation.
Gain dosimétrique	Pourcentage de dose évitée grâce à l'action thérapeutique par rapport à la dose qui serait reçue sans traitement.
Gray	Quantité d'énergie cédée par unité de masse de matière appelée la dose absorbée. Elle est exprimée en joules/kg (Gray : Gy).
h (g)	Coefficient de dose efficace engagée par unité d'incorporation Anciennement dénommé DPUI.
Incorporation	Activité des radionucléides pénétrant dans l'organisme à partir du milieu ambiant. Il existe 3 voies classiques d'incorporation : l'inhalation-l'ingestion et la pénétration par voie per-ou transcutanée (plaie).
Optimisation	Anciennement dénommée ALARA (<i>As Low as Reasonably Achievable</i>), soit abaissement de la dosimétrie au niveau le plus bas raisonnablement possible. Le gain dosimétrique doit rester raisonnable au regard de l'investissement nécessaire et des contreparties de certaines mesures (par exemple : les contraintes générées par les protections individuelles).
Période	Temps au bout duquel l'activité initiale est divisée de moitié (demi-vie).
Programme de surveillance	Ensemble de la démarche depuis l'analyse de risque jusqu'à la validation du programme de surveillance défini.
Protocole de surveillance	Aspect d'un programme relevant de la responsabilité médicale en particulier la prescription.
Propreté radiologique	Expression concernant l'état des installations nucléaires.
Radionucléide	Nucléide radioactif. Nom donné aux atomes d'éléments radioactifs naturels ou artificiels.
Transférabilité	Voir absorption.
Transuraniens	Éléments chimiques du tableau périodique des éléments dont le chef de file est le plutonium.

MÉTHODE

La méthode « Recommandations pour la Pratique Clinique » (ANAES, 2000⁽³⁾) proposée par la HAS a été choisie. [3. www.has-sante.fr](http://www.has-sante.fr)

Cette méthode a été retenue du fait de l'ampleur du thème abordé et du nombre de questions soulevées, ainsi que de l'abondance des références réglementaires et de la littérature souvent de fort niveau de preuve.

Les thématiques traitées sont l'objet de discussions souvent expertes entre professionnels concernés mais ne font pas l'objet de controverse majeure qui justifierait la tenue d'un débat public.

Le travail d'élaboration de recom-

mandations a consisté à :

1. préciser l'objectif des recommandations et les questions auxquelles elles doivent répondre ;
2. réaliser la revue de la littérature avec attribution des niveaux de preuve :
 - réaliser une synthèse des données issues des l'ensemble des textes normatifs et internationaux,
 - réaliser une analyse des données issues des publications scientifiques et des travaux de groupes de travail pluridisciplinaires,
 - prendre en compte le retour d'expérience issu des cas cliniques ;
3. rédiger la version initiale des recommandations avec attribution d'un grade ;

4. analyser les avis formalisés (cotation et commentaires) à l'issue de la consultation du groupe de lecture ;
5. rédiger la version finale des recommandations.

Ces recommandations ont été menées de façon autonome avec organisation d'une réunion d'échange préalable avec la HAS, puis information régulière de l'état d'avancement des travaux (versions successives des recommandations et comptes-rendus des réunions). De nombreux échanges avec un chef de projet du service des bonnes pratiques professionnelles ont eu lieu pour réaliser les ajustements méthodiques nécessaires.

Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en installations nucléaires de base

SYNTHÈSE

La réglementation française attribue la responsabilité de la surveillance individuelle de l'exposition interne et de l'estimation dosimétrique et sanitaire aux médecins du travail des installations nucléaires de base.

Néanmoins, la mise en œuvre de programmes de surveillance ainsi que la compréhension et l'appropriation de la méthode d'évaluation de la dose efficace engagée suite à une exposition interne restent un exercice difficile malgré l'abondance de la littérature et des données scientifiques existantes sur le domaine concerné.

Ce travail de recommandations basé sur les connaissances scientifiques et le retour d'expérience des pratiques professionnelles vise à optimiser la prévention du risque d'exposition interne et le suivi dosimétrique et médical des travailleurs exposés à ce risque.

L'accent est mis sur l'homogénéisation des pratiques professionnelles, le renforcement de la traçabilité des expositions et l'amélioration des actions d'information aux travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.

La méthode choisie pour l'élaboration des recommandations est la méthode de recommandations pour la pratique clinique de la HAS.

EXTRAIT DES RECOMMANDATIONS

THÈME A

ESTIMATION DE LA DOSE EFFICACE ENGAGÉE : OBJECTIFS – MISE EN ŒUVRE – COMMUNICATION – TRAÇABILITÉ ET ARCHIVAGE

Objectifs de l'estimation de la dose efficace engagée

R1 - POURQUOI ESTIMER LA DOSE ? (GRADE A)

La surveillance individuelle de l'exposition interne répond à un triple objectif :

- réglementaire : respect des limites de doses efficaces engagées sur 12 mois consécutifs exprimées en mSv,
- sanitaire-médical : évaluation du risque associé,
- contribution à la propreté radiologique des postes de travail selon le principe d'optimisation (anciennement dénommé ALARA) par la détection de contaminations à bas niveau (inférieures au niveau d'enregistrement).

Ces objectifs sous-tendent à envisager les actions suivantes :

- une éventuelle prise en charge thérapeutique,
- une évaluation de l'aptitude au travail en zone radiologique avec une éventuelle décision d'exclusion du travail en zone radiologique l'année de l'événement à réévaluer périodiquement,
- une information au travailleur,
- la nécessité de la mise en œuvre d'une surveillance post-exposition la plus adaptée.

Les actions et les décisions médicales prises doivent être justifiées et enregistrées dans le dossier médical du travailleur.

R2 - À PARTIR DE QUEL NIVEAU ENREGISTRER UNE DOSE ? (ACCORD PROFESSIONNEL)

Une dose doit être enregistrée au-delà de 1 mSv pour l'ensemble des expositions internes sur douze mois consécutifs.

Cette valeur appelée niveau d'enregistrement (NE) est le niveau de référence qui conditionne les actions mises en œuvre dans le cadre de la surveillance de l'exposition interne avec :

- la prise en compte de la dose dans le cumul dosimétrique annuel du travailleur,
- l'enregistrement de la dose dans l'application SISERI (Système d'information pour la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants) de l'IRSN.

Pour les estimations de dose efficace engagée suite à une exposition unique :

- égales ou supérieures à 1 mSv, la valeur de cette dose doit être enregistrée,
- inférieures à 1 mSv, aucune valeur de dose n'est à enregistrer.

En cas d'expositions itératives sur douze mois consécutifs, si le cumul des doses efficaces engagées est égal ou supérieur à 1 mSv :

- la valeur de cette dose doit être enregistrée.

Dans tous les cas, l'ensemble des résultats de mesures et des estimations est conservé dans le dossier médical.

Mise en œuvre de l'estimation dosimétrique

R3 - QUI EST RESPONSABLE ? (RÈGLEMENTATION)

Le Code du travail confie au médecin du travail de l'INB la responsabilité de :

- la surveillance dosimétrique individuelle,

- l'estimation de la dose efficace engagée,
- la gestion de la dosimétrie globale (contrôle du respect des limites réglementaires),
- la transmission des informations dosimétriques internes individuelles à l'IRSN (base SISERI).

Pour les travailleurs d'entreprises extérieures, les résultats de cette surveillance sont transmis à leur médecin du travail.

L'ensemble des éléments nécessaires pour assurer la traçabilité de l'exposition doit être conservé. C'est un élément du dossier médical individuel.

Les mesures permettant l'évaluation de l'exposition interne sont réalisées par des laboratoires ou services reconnus compétents (conformément à la réglementation) :

- l'IRSN,
- un service de santé au travail « accrédité pour les mesures »,
- un laboratoire d'analyses de biologie médicale « accrédité et agréé pour les mesures ».

R4 - COMMENT ESTIMER LA DOSE EFFICACE ENGAGÉE ? (GRADE A)

La dose efficace engagée E_{50} est : calculée sur une période de 50 ans, enregistrée et transmise à SISERI,

- puis est ajoutée à la dose externe organisme entier le mois de l'évènement ou le mois de sa découverte,
- la dose efficace (cumul dosimétrique de la personne concernée) est également enregistrée.

$$E = E_{\text{externe}} + E_{\text{inter}}$$

Le médecin du travail s'assure du respect des limites d'exposition réglementaires lors de l'intégration de la dose efficace engagée à la dose des 12 mois consécutifs.

La démarche d'estimation de la dose efficace engagée se déroule en trois étapes :

- prescrire et réaliser des mesures sur le corps entier, les organes et/ou sur les échantillons biologiques dans le cadre de protocoles de surveillance en fonction du produit et les circonstances de l'exposition (thème B),
- estimer l'activité incorporée et la dose efficace engagée en prenant en compte les éventuelles thérapeutiques administrées (thème C).

L'ACTIVITÉ INCORPORÉE ($A_{j,\text{inhalé}}$) par inhalation du radionucléide j est exprimée en Bq.

Elle est estimée à partir des résultats des mesures.

Les annexes de la publication N° 78 de la CIPR fournissent les fonctions de rétention ou d'excrétion dans le temps (t) suite à l'incorporation d'1 Bq au temps t_0 .

LA DOSE EFFICACE ENGAGÉE résultant de l'exposition interne E_{interne} (E_{50}) est estimée à partir de la valeur retenue pour l'activité incorporée. Elle est exprimée en Sv.

Les annexes de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 [1-2] fournissent les coefficients de Dose efficace engagée par unité d'incorporation (h(g) ou DPUI) suite à inhalation par un individu du groupe d'âge g d'un radionucléide j exprimés en Sv par Bq.

En cas de passage systémique à travers la peau saine ou une plaie, les fonctions de rétention ou d'excrétion ainsi que les coefficients de dose sont fournis dans les publications de la CIPR, et rapports du NCRP et de l'AIEA (Thème C-3-3 – R 59)

THÈME B

PROGRAMMES DE SURVEILLANCE

Finalités et méthodes de mise en œuvre

R7 - QUELLES SONT LES FINALITÉS D'UN PROGRAMME DE SURVEILLANCE ? (GRADE A)

On distingue 3 types de surveillance répondant chacun à une finalité particulière au regard des objectifs définis :

- la **surveillance à visée collective** par la surveillance aux postes de travail (moyens de la radioprotection),
- la **surveillance à visée individuelle** basée sur les examens de surveillance individuelle,
- et la **surveillance individuelle à visée collective** qui repose sur le principe que les examens de surveillance individuelle servent à évaluer l'exposition de l'intervenant pour qui une analyse est prescrite, mais également celle des autres intervenants travaillant dans les mêmes conditions d'exposition. Ce principe de surveillance individuelle à visée collective peut être renforcé par l'étalement des examens de surveillance tout au long de l'année chez les intervenants surveillés, chacun servant à tour de rôle de « témoin d'exposition » pour les autres.

Ces trois types de surveillance sont complémentaires et souvent associés au sein d'un **programme de surveillance**.

R8 - QUELS SONT LES PRINCIPES POUR METTRE EN ŒUVRE UN PROGRAMME DE SURVEILLANCE INDIVIDUELLE ? (ACCORD PROFESSIONNEL)

L'établissement de tout programme de surveillance repose sur :

1. les références réglementaires, normatives et les recommandations scientifiques permettant d'expliquer

Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en installations nucléaires de base

les objectifs du programme de surveillance,

2. la connaissance des éléments d'évaluation du risque d'exposition (étape 1),

3. l'évaluation du risque potentiel suite à l'analyse du danger et de l'exposition (étape 2),

4. la mise en place du protocole de surveillance en fonction des examens de laboratoires disponibles selon le radionucléide en prenant en compte leur limite de détection (sensibilité), leur spécificité, le délai de rendu des résultats, mais aussi en prenant en compte l'acceptation socio-économique des modalités de la surveillance (étape 3),

5. la validation de la pertinence et de la cohérence du programme (étape 4).

Il est nécessaire de bien distinguer :

- le terme de **programme** qui s'applique à l'ensemble de la démarche depuis l'analyse de risque jusqu'à la validation du programme de surveillance défini,
- le terme de **protocole** qui s'applique plus particulièrement à la prescription relevant de la responsabilité médicale.

Un protocole de surveillance doit définir :

- la nature du ou des examens,
- le calendrier des examens (examen immédiat et/ou examen complémentaire à distance),
- leurs conditions de réalisation (ex : avec ou sans exclusion de zone à risque de contamination...),
- les travailleurs directement concernés et ceux susceptibles d'être impliqués après enquête.

R9 - QUELLES CATÉGORIES DE PROGRAMME DE SURVEILLANCE DISTINGUER ? (ACCORD PROFESSIONNEL)

On distingue deux catégories de programmes de surveillance

selon les circonstances de mise en œuvre :

1. Le programme de surveillance de routine qui concerne la surveillance des expositions habituelles aux différents postes de travail.

La démarche pour établir un programme de surveillance de routine est représentée sous forme de schéma dans la R10.

2. Le programme de surveillance spéciale mis en place dans deux situations :

- soit suite à un événement avéré,
 - soit suite à la découverte d'un prélèvement positif lors du programme de surveillance de routine.
- La démarche pour établir un programme de surveillance spéciale est représentée sous forme de schéma dans la R16.

CAS PARTICULIERS

DE LA SURVEILLANCE DE ROUTINE

Occasionnellement, un programme de surveillance de contrôle peut permettre l'évaluation périodique du niveau d'exposition, dans des situations de risques évalués négligeables (R13). Cette évaluation valide et justifie la non-mise en œuvre ou l'absence d'un programme de surveillance de routine.

Le protocole de surveillance repose sur les mêmes examens que ceux prescrits pour la surveillance de routine.

La surveillance de chantier est un cas particulier de la surveillance de routine, mis en place lorsque le chantier est de durée limitée et si la surveillance systématique ne peut être efficacement appliquée. De fait, les intervalles de surveillance sont généralement plus courts que ceux de la surveillance de routine car dépendant de la durée de chantier.

L'intérêt est de pouvoir adapter le programme de surveillance à la du-

rée du chantier et de tenir compte des spécificités d'exposition.

Les principes énoncés pour la surveillance de routine s'appliquent à la surveillance de chantier.

Les examens de laboratoire

R27 - COMMENT CHOISIR UN EXAMEN PARMIS CEUX DISPONIBLES ? (ACCORD PROFESSIONNEL)

Le choix des examens prescrits dépend :

- de l'objectif poursuivi : indicateur d'exposition ou à visée dosimétrique,
- du type de rayonnement émis par le radionucléide,
- de la possibilité de le détecter par un détecteur approprié,
- de l'organe où il s'accumule : mesures *in vivo*,
- des excréta dans lesquels il s'élimine : mesures *in vitro*,
- du délai de réalisation de l'examen,
- de la sensibilité (limite de détection-limite d'interprétation) de l'examen,
- d'une éventuelle thérapeutique.

Lorsque les radionucléides sont connus, on utilise les examens tels que définis précédemment.

En cas de méconnaissance sur le radionucléide, il est recommandé de prescrire dans l'ordre :

- 1.** une spectrométrie corps entier ou organe,
- 2.** et sur les excréta :
 - une spectrométrie X-gamma,
 - un examen bêta,
 - un examen alpha.

Ce choix sera affiné par une investigation au poste de travail.

Le laboratoire de référence est en première intention le laboratoire du site où a lieu la contamination. En cas d'impossibilité du laboratoire de référence de réaliser les

analyses prescrites, la liste des laboratoires agréés pour la surveillance de l'exposition interne en application de l'Art. R. 4451-64 du Code du travail est disponible sur le site de l'Autorité de sûreté nucléaire. Celle des services de santé au travail accrédités est disponible sur le site du COFRAC.

En cas de difficulté métrologique, le laboratoire du site fera appel à un autre laboratoire agréé ou prendra avis auprès de l'IRSN ou d'autres structures d'expertise et, le cas échéant, pourra transmettre des échantillons pour analyse.

Les éléments socio-économiques

R35 - QUEL IMPACT DES ÉLÉMENTS SOCIO-ÉCONOMIQUES SUR LE PROGRAMME DE SURVEILLANCE ? (ACCORD PROFESSIONNEL)

Un programme de surveillance doit trouver le juste équilibre entre le bénéfice sanitaire attendu et l'acceptabilité à la fois pour les travailleurs et pour l'employeur.

L'acceptabilité pour l'employeur est étroitement liée à la justification du coût, qui comprend les aspects suivants :

- la pertinence de la surveillance,
- la nature et la fréquence des examens,
- les répercussions de ces examens dans l'organisation du travail, en particulier s'il y a une exclusion du risque du travailleur.

L'acceptabilité pour les intervenants, et donc l'observance des examens dépend :

- de la nature du ou des examens :
 - les recueils des selles sont *a priori* moins faciles à faire accepter que le recueil des urines,
 - le matériel de prélèvement devra être pratique à utiliser,

- de leur fréquence : plus les examens sont fréquents, plus grand est le risque que les intervenants refusent ou négligent de s'y soumettre,

- des contraintes générées par le dépôt des prélèvements d'excreta : l'accessibilité du lieu de collecte, les horaires de possibilités de dépôts (en particulier pour les travailleurs postés),

- leur organisation et leur planification, dans les cas où les travailleurs sont en missions longue durée, en déplacement à l'étranger, ou lorsqu'ils sont itinérants.

Pour obtenir une meilleure adhésion de l'intervenant, le programme de surveillance doit privilégier :

- l'analyse ayant un intervalle de surveillance le plus espacé afin d'en limiter le nombre. À intervalle équivalent, l'analyse la mieux acceptée sera choisie,
- une communication appropriée sur la justification de la surveillance et l'importance de s'y soumettre. Celle-ci devra être périodiquement renouvelée.

Exceptionnellement, en absence de tout élément objectif permettant de remettre en question le programme de surveillance défini,

↓ Tableau II

> MODÈLES À UTILISER PAR DÉFAUT

LISTE DES MODÈLES	Publications de la CIPR	30 (gastro-intestinal et systémiques), 53 (radiopharmaceutiques), 66 (respiratoire), 67 (systémiques), 69 (systémiques), 71 (systémiques), 80 (radiopharmaceutiques), 100 (alimentaire) et/ou 106 (radiopharmaceutiques)
	Rapport NCRP 156	(plaie)

certain examens peuvent être prescrits en dehors des programmes afin de rassurer un travailleur.

THÈME C ESTIMATION DOSIMÉTRIQUE À PARTIR DES RÉSULTATS

Quels modèles et valeurs de paramètres par défaut utiliser ?

R36 - QUEL MODÈLE UTILISER PAR DÉFAUT ? (GRADE A)

Les modèles utilisés par défaut sont ceux de la CIPR. Cf. [tableau II](#)

Pour les principaux radionucléides présents en INB, la publication n° 78 de la CIPR décrit les fonctions d'excrétions ou de rétention permettant de passer des résultats des mesures radiotoxicologiques à l'estimation de l'activité incorporée, puis de la dose efficace engagée.

Conditions d'utilisation des modèles :

- expression des quantités mesurées ou estimées en activités globales : Bq (désintégration par seconde),
- expression du temps en jour, d'où l'expression des quantités excrétées en Bq/24h.

Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en installations nucléaires de base

R41 - QUELLES VALEURS DE PARAMÈTRES UTILISER PAR DÉFAUT ? (GRADE A). Cf. tableau III

En l'absence de toute information, on utilise les modèles de la CIPR avec les valeurs de paramètres par défaut :

↓ **Tableau III**

VALEUR À UTILISER EN L'ABSENCE DE TOUTE INFORMATION	
MODALITÉS D'INCORPORATION	incorporation unique par inhalation
DATE D'INCORPORATION	milieu de l'intervalle de surveillance
TYPE D'ABSORPTION OU f_1	suyant tableaux 3.2 et 3.3 de l'annexe III de l'arrêté du 01/09/03
GRANULOMÉTRIE (DAMA)	5 micromètres DAMA : Diamètre aérodynamique médian en activité
TYPE DE COMPOSÉ	non spécifié suivant tableaux 3.2 et 3.3 de l'annexe III de l'arrêté du 01/09/03
COEFFICIENT DE DOSE $h(g)$ (anciennement noté DPUI ou $e(50)$ pour la CIPR)	$h(g)$ = coefficient de dose efficace engagée par unité d'incorporation suivant tableau 3.1 de l'annexe III de l'arrêté du 01/09/03 en fonction du mode d'incorporation, du type d'absorption/ f_1 et de la granulométrie. Cf. utilisation en R48.

Les hypothèses concernant le choix des valeurs sont à confirmer en vérifiant la cohérence des estimations à partir de chaque résultat. Lorsqu'on dispose d'une caractérisation des paramètres physico-chimiques (granulométrie, densité, dissolution...), un modèle spécifique est utilisé mais cela nécessite en général l'utilisation des logiciels de calcul. Cette approche doit être validée par l'expertise.

Quelle méthode pour l'interprétation rapide des premiers résultats d'examen ?

R42 - POURQUOI DÉFINIR ET UTILISER DES NIVEAUX D'ENREGISTREMENT DÉRIVÉS (NED) ? (GRADE A)

Des valeurs opérationnelles dérivées du NE [publications 54 et 78

4. *Individual monitoring for intakes of radionuclides by workers: design and interpretation.* ICRP Publication 54. Ann ICRP. 1988 ; 19 (1-3) : 1-315.
Individual monitoring for internal exposure of workers replacement of ICRP publication 54. ICRP Publication 78. Ann ICRP. 1997 ; 27 (3-4) : 1-161.

de la CIPR ⁽⁴⁾], dénommées Niveaux d'enregistrement dérivés (NED) permettent une interprétation directe (sans calcul) et rapide des premiers résultats d'examens. Les NED correspondent aux valeurs d'activité exprimées, à un temps t donné, en Bq pour la rétention et en Bq par jour pour les excréctions, suite à l'incorporation d'une activité au temps t_0 entraînant une dose efficace engagée égale :

- à la valeur du Niveau d'Enregistrement en cas d'incident unique suite à événement,
- à la valeur du Niveau d'Enregistrement divisé par le nombre d'intervalles de surveillance (ou examens) sur 12 mois consécutifs pour la surveillance de routine.

Les résultats des premières me-

sures peuvent être comparés aux valeurs de NED (R43-R44), pour la surveillance de routine et la surveillance spéciale, suite à une incorporation par inhalation. Pour la surveillance de routine (R43), les NED sont calculés pour permettre le respect du non dépassement du NE fixé à 1 mSv sur 12 mois consécutifs.

LES R45 ET R46 SONT REPRÉSENTÉES SOUS FORME DE SCHÉMAS, Ci-contre.

Estimation de l'activité incorporée et de la dose efficace engagée

R47 - COMMENT ESTIMER L'ACTIVITÉ INCORPORÉE À PARTIR DES RÉSULTATS DES MESURES ? (GRADE A)

L'estimation de l'activité incorporée (A_i) exprimée en Bq est calculée avec la formule suivante :

$$\text{Activité incorporée en Bq } A_i = \frac{m(t) \text{ [Bq]}}{f(t) \text{ [Bq/Bq]}}$$

Cf. formule ci-dessous

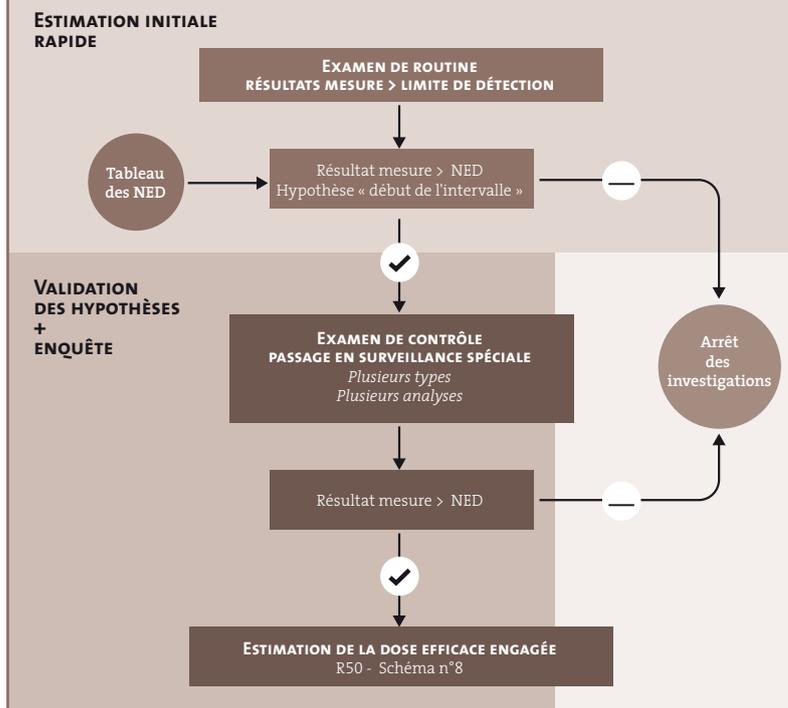
Les valeurs de $f(t)$ sont les valeurs de la fonction de rétention ou d'excrétion qui correspond à la quantité mesurée au temps t suite à l'incorporation d'1 Bq au temps t_0 . Elles sont publiées dans les publications de la CIPR, et les rapports de l'AIEA (*Safety report 37*).

www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1190/Pub1190_web.pdf

Les valeurs de $m(t)$ correspondent aux valeurs des résultats des examens et analyses réalisées sur le corps entier, les organes et/ou sur les échantillons biologiques par le laboratoire. Ces valeurs sont à utiliser en l'état, sauf cas particulier (influence de thérapeutiques par

$$A_i = \frac{m(t)}{f(t)} = \frac{\text{activité mesurée sur le corps entier ou l'organe ou l'échantillon biologique, à un temps } t \text{ (depuis l'incorporation)}}{\text{valeur de la fonction de rétention ou d'excrétion pour un temps } t \text{ (depuis l'incorporation), en fonction du modèle retenu}}$$

R. 45 | Comment interpréter rapidement les résultats en surveillance de routine ? (GRADE A)



exemple) et/ou mise en évidence d'incohérences dans les différentes estimations.

Ce résultat d'activité incorporée [A_i] est ensuite utilisé pour estimer la dose.

R49 - QUAND ACTER L'ESTIMATION DE LA DOSE EFFICACE ENGAGÉE ? (ACCORD PROFESSIONNEL)

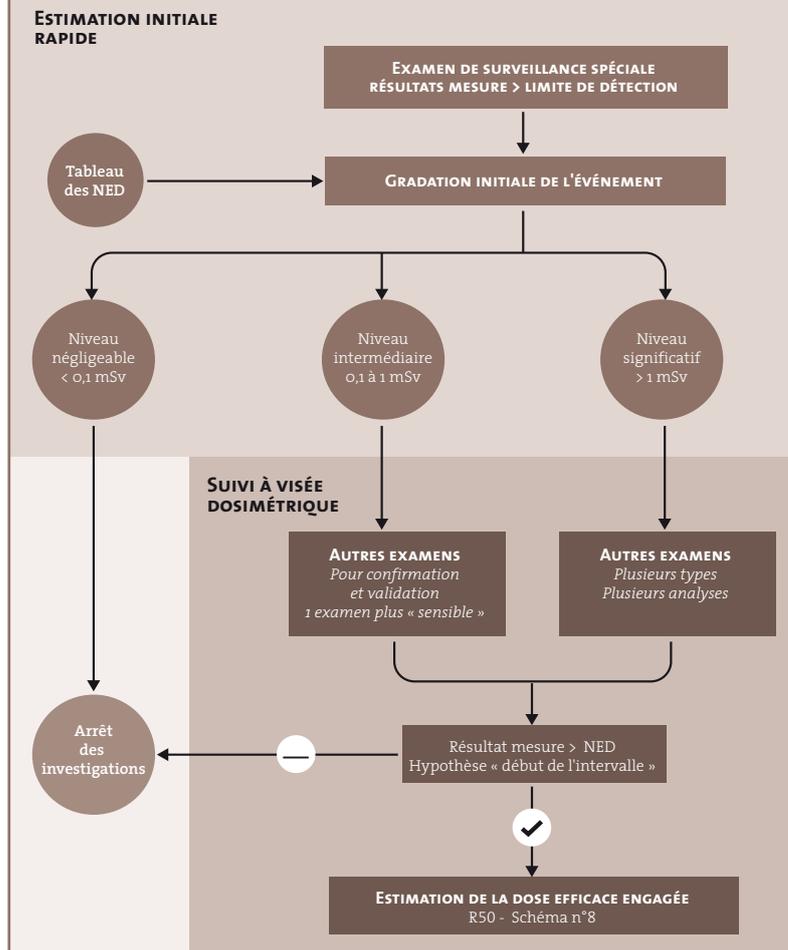
La validité du calcul de la dose efficace engagée sur 50 ans résultant de l'exposition interne $E_{\text{interne}} (E_{50})$ est étroitement liée à la validité de l'estimation de l'activité incorporée par inhalation.

La valeur finale de l'estimation dosimétrique peut être actée lorsque les contrôles d'examens sont :

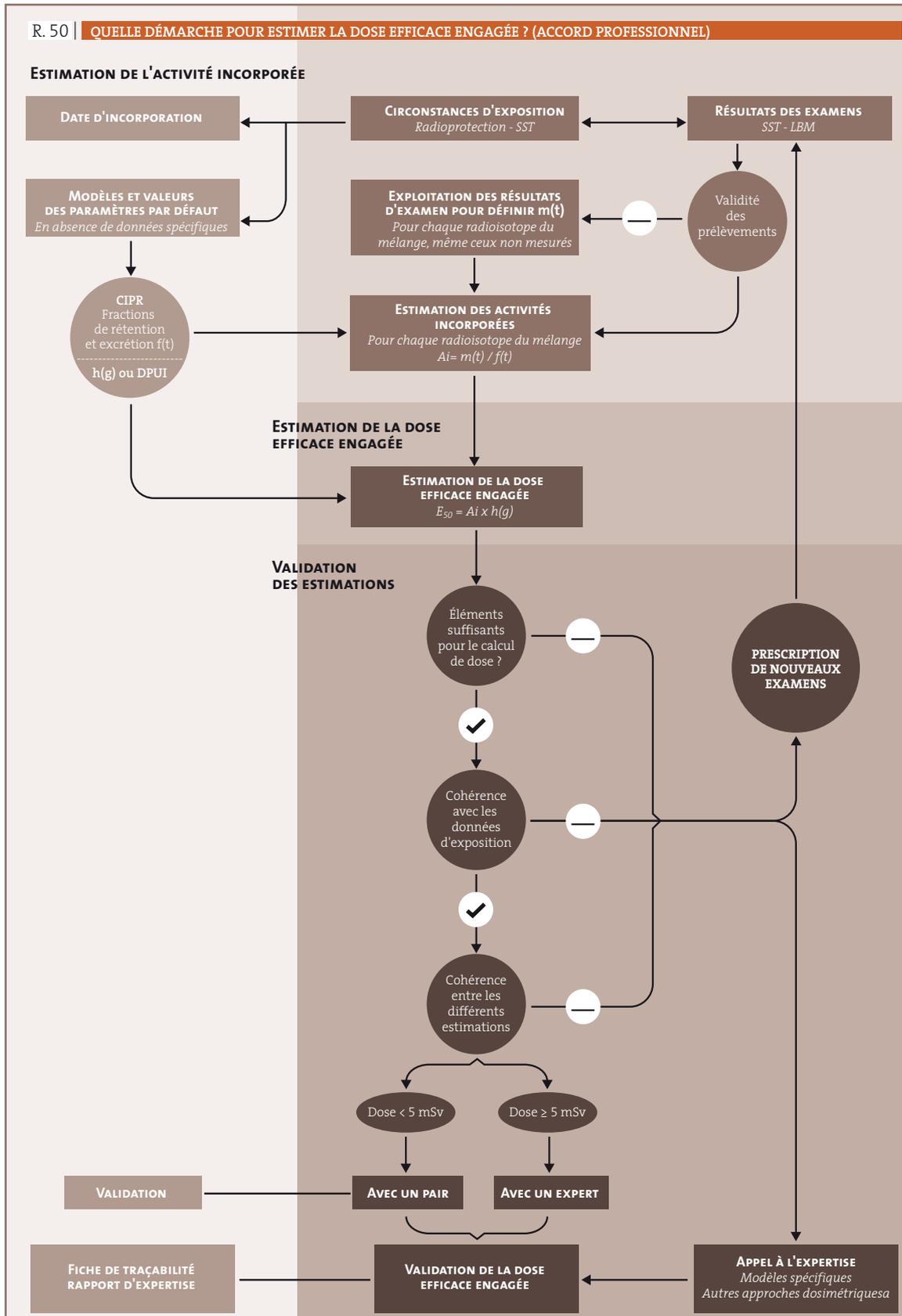
- soit devenus inférieurs à la limite de détection,
- soit stables (plateau de la courbe du modèle ou constant sur trois mesures successives) (R61),
- et que les estimations de l'activité incorporée à partir de chaque résultat d'examen sont cohérentes entre elles (R61).

Il est recommandé au médecin du travail de valider toute estimation de dose efficace engagée avec un pair et lorsque l'estimation aboutit à une dose supérieure au quart de la limite réglementaire (5 mSv) de la valider avec un expert.

R. 46 | Comment interpréter rapidement les résultats en surveillance spéciale ? (GRADE A)



Surveillance médico-professionnelle
de l'exposition interne aux radionucléides
en installations nucléaires de base



THÈME D

RISQUE SANITAIRE ET PRISE EN CHARGE PAR LE MÉDECIN DU TRAVAIL

Estimation du risque sanitaire

R66 - À PARTIR DE QUELLE DOSE EFFICACE FAUT-IL ÉVALUER LE RISQUE SANITAIRE ? (GRADE A)

L'évaluation du risque sanitaire concerne les effets déterministes et stochastiques susceptibles de survenir chez le travailleur exposé. Il est pertinent d'évaluer le risque cancérogène ou les effets tissulaires lorsque la dose efficace engagée, estimée suite à un événement d'exposition interne, est supérieure à 100 mSv.

R67 - COMMENT EST ÉVALUÉ LE RISQUE DES EFFETS STOCHASTIQUES ? (GRADE A)

La dose efficace n'est pas appropriée pour évaluer de façon précise le risque sanitaire individuel et en particulier la probabilité de l'occurrence d'un cancer. Cependant, en première approximation, un excès de décès par cancer à 5 % par Sievert peut-être utilisé pour estimer le risque cancérogène global.

Pour évaluer de façon plus fine le risque stochastique aux différents organes, il est nécessaire d'évaluer les doses absorbées et/ou les doses équivalentes reçues par des organes et des tissus. Ces doses doivent être estimées spécifiquement pour le travailleur concerné en adaptant les hypothèses biocinétiques et dosimétriques.

L'évaluation individuelle du risque stochastique sera faite par l'expertise en appliquant les coefficients de risque établis à partir des connaissances expérimentales et humaines. Ces coefficients de risque doivent être, si possible, adaptés au genre et à l'âge de l'individu considéré.

En fonction des cas, d'autres facteurs sont également à considérer, en particulier les antécédents médicaux, l'existence d'une susceptibilité individuelle ou la présence de co-expositions (autres expositions aux cancérogènes environnementaux et professionnels).

R68 - COMMENT EST ÉVALUÉ LE RISQUE DES EFFETS DÉTERMINISTES ? (GRADE A)

Pour les effets déterministes, le risque est évalué par l'expertise à partir de la dose absorbée dans l'organe/le tissu et en prenant en compte l'étalement dans le temps des doses reçues après contamination interne.

Prise en charge par le médecin du travail

R69 - COMMENT RÉPONDRE AUX TRAVAILLEURS QUANT À LA SIGNIFICATION SANITAIRE LIÉE À LA DOSE ESTIMÉE ? (ACCORD PROFESSIONNEL)

Lors de la transmission des résultats et de l'estimation de dose, le médecin du travail doit apprécier l'impact psychologique de cette annonce sur le travailleur.

Il est important de souligner/rapporter que le médecin est seul face à cette situation du fait de l'obligation de respect du secret professionnel.

La représentation générale du risque radiologique dépend du niveau de compréhension et de l'impact émotionnel lié à l'information préalable qui lui a été prodiguée.

En dehors de tout événement, le niveau d'information doit être entretenu par :

- une formation et/ou information périodique des travailleurs sur la prévention au poste de travail, en

association avec la PCR, et sur les effets biologiques des rayonnements, sur les traitements disponibles...,

- une présentation des protocoles de surveillance systématique et spéciale à la direction, aux préventeurs, aux instances représentatives du personnel, et aux travailleurs,

- une présentation *a minima* annuelle des bilans dosimétriques en CHSCT.

Suite à un événement de contamination ou après la découverte d'une positivité d'une analyse systématique, il est nécessaire de :

- informer le travailleur au fil des résultats, lorsque des contrôles répétés sont prescrits,

- justifier la répétition des examens par la nécessité d'augmenter la précision du calcul plutôt que de parler d'incertitude (source d'anxiété),

- expliquer la démarche d'évaluation de la dose,

- distinguer les aspects réglementaires (dose efficace) du risque sanitaire (dose absorbée),

- voire proposer éventuellement un appui psychologique.

Toute l'équipe médicale du travail est, de ce fait, l'interlocuteur privilégié des travailleurs et parties prenantes pour répondre à leurs interrogations.

FICHE DESCRIPTIVE ET FICHE D'INFORMATION DESTINÉE AUX TRAVAILLEURS EN PAGE SUIVANTE



**Surveillance médico-professionnelle
de l'exposition interne aux radionucléides**
en installations nucléaires de base

FICHE DESCRIPTIVE

TITRE	Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en INB
Méthode de travail	Recommandations pour la pratique clinique
Date de mise en ligne	Janvier 2012
Disponibilité d'édition	Téléchargeable gratuitement sur le site de la SFMT www.chu-rouen.fr/sfmt/pages/Recommandations.php
Objectifs	Améliorer les protocoles de surveillance, préciser la méthode d'évaluation de la dose efficace engagée et disposer d'éléments d'estimation du risque sanitaire lié à la dose.
Professionnels concernés	Équipes pluridisciplinaires en santé au travail Médecins urgentistes et hospitaliers
Promoteur	Société française de médecine du travail
Groupe de travail	Dr Anne-Laure Agrinier (CEA/Marcoule, médecin du travail), M. Philippe Bérard (CEA/Fontenay-aux-Roses, expert) M. Eric Blanchardon (IRSN/Paris, expert) Dr Nicolas Blanchin (CEA/ Cadarache, médecin du travail), Dr Laurent Bourgaut (CEA/Saclay, médecin du travail) Dr Cécile Challeton de Vathaire (IRSN/Paris, expert) M. Robert Fottorino (CEA/Cadarache, pharmacien biologiste) M. Didier Franck (IRSN/Paris, expert) M. Paul Fritsch (CEA/DAM, expert) Dr Michèle Gonin (EDF Saint-Denis, production nucléaire- conseiller en santé au travail) M. Jean Piechowski (CEA/Fontenay-aux-Roses, expert) M. Jean-Luc Poncy (CEA/DAM, expert) Dr Benoit Quesne (AREVA et CEA/Marcoule, médecin du travail)
Groupe de lecture	Cf. participants dans l'argumentaire
Recherche documentaire	De janvier 2005 à décembre 2010, hors publications de la CIPR Cf. recherche documentaire dans l'argumentaire
Validation	Attribution du label HAS en juillet 2011
Fiches d'information	Fiche d'information - Pour le travailleur exposé aux radionucléides en INB - Document d'aide à destination des urgentistes

FICHE D'INFORMATION DESTINÉE AUX TRAVAILLEURS

EXPOSITION INTERNE AUX RADIONUCLÉIDES

Définitions - Surveillance - Prise en charge - Juillet 2011

Ce document a pour objectif d'expliquer ce qu'est une exposition interne et quelles en sont les conséquences. L'équipe médicale du travail est partie prenante dans la gestion de ce risque et est l'interlocuteur privilégié des travailleurs pour répondre à leurs interrogations. Ce document rappelle des éléments clés pour l'information des travailleurs.

L'EXPOSITION INTERNE EN QUELQUES MOTS

→ On appelle exposition interne, par analogie avec le terme exposition externe, la pénétration à l'intérieur de l'organisme humain de composés radioactifs.

C'est le terme réglementaire utilisé pour parler d'une contamination interne.

→ Les composés radioactifs peuvent pénétrer à l'intérieur de l'organisme humain par inhalation, ou suite à un contact cutané au niveau de la peau ou à travers une blessure. La pénétration par ingestion est exceptionnelle.

→ On détecte une exposition interne en réalisant des analyses individuelles de deux types :
- mesures directes sur le corps (anthroporadiométrie), ou localisées

sur la thyroïde, sur la peau ou une plaie (spectrométrie),
- indirectes sur les excréta : urines et selles (analyses radiotoxicologiques).

Ces analyses permettent d'identifier et de quantifier les éléments radioactifs présents.

En installations nucléaires de base (INB), les interventions doivent être conduites de façon à réduire le risque de dispersion de produits radioactifs... et ainsi diminuer le risque d'exposition interne.

Malgré ces différentes mesures de confinement des radionucléides, une contamination du chantier et/ou des travailleurs est toujours possible.

Des moyens de détection (appareils fixes et mobiles) permettent de détecter rapidement ce type de situation afin de prendre des mesures pour en limiter les conséquences.

Parmi ces moyens, l'autocontrôle de chaque travailleur à la fin de toute opération à risque ainsi qu'en sortie de zone est indispensable.

Par ailleurs, des analyses individuelles, prescrites dans le cadre d'une surveillance systématique, permettent de valider l'efficacité des moyens de protection et des mesures de détection au poste de travail.

→ Lorsqu'une contamination interne est suspectée, le travailleur est pris en charge :

1. par le service de santé au travail (SST) qui procède :

- au contrôle de la contamination cutanée et à une décontamination externe si besoin,
- au traitement (pour accélérer l'élimination des radionucléides et ainsi diminuer la dose),
- à la prescription d'analyses complémentaires,
- à la décision d'aptitude à la reprise du travail en zone réglementée.

2. dans le même temps, le Service de Radioprotection (SRP) analyse l'événement pour :

- recueillir les éléments nécessaires au médecin du travail pour l'interprétation des résultats des analyses,
- prendre les mesures nécessaires pour éviter que l'événement ne se reproduise,
- demander le contrôle éventuel des autres travailleurs du chantier.

QUELLES CONSÉQUENCES EN TERME DE DOSE ?

→ La radioactivité incorporée et retenue dans l'organisme délivre de l'énergie à différents organes, ce qui va constituer une dose.

Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en installations nucléaires de base

→ La dose estimée est le cumul des doses reçues par les organes pendant 50 ans. Cette dose est appelée dose efficace engagée.

→ La radioactivité est progressivement éliminée de l'organisme du fait :

- de la décroissance radioactive du radionucléide,
- de son élimination naturelle dans les selles et les urines (surtout si un traitement a été mis en œuvre).

→ La mesure de cette élimination dans les excréta, en complément des mesures directes sur l'organisme permet au médecin du travail de déterminer la dose efficace engagée reçue.

Pour cela, le médecin utilise des techniques de calcul recommandées par des instances internationales.

→ Les doses efficaces engagées supérieures à 1 mSv/an (limite de dose pour le public) sont enregistrées dans le dossier médical du salarié.

À partir des résultats des examens du premier jour, le médecin du travail peut prescrire des examens en complément, en général sur une période de 3 jours. Afin de permettre une estimation pertinente de la dose par le médecin du travail, il est indispensable d'effectuer tous les examens prescrits en respectant les consignes (nature, dates et durée de prélèvement, période d'exclusion...).

Le médecin du travail réalise chaque année un bilan des doses reçues pour chaque travailleur.

QUELLES CONSÉQUENCES SUR LE PLAN MÉDICAL ?

→ La dose efficace engagée est additionnée à la dose liée à l'exposition externe reçue par le travailleur. La dose efficace ainsi obtenue, reçue dans les douze derniers mois, est ainsi comparée à la limite annuelle de dose de 20 mSv/an.

C'est un indicateur de risque.

→ En dessous de cette limite, il n'y a pas lieu de s'inquiéter d'effet sur la santé.

→ Au dessus de cette limite, l'évaluation des doses reçues par les organes radiosensibles permet d'estimer le risque sanitaire. Pour ce faire, le médecin du travail peut avoir recours à l'expertise.

La limite annuelle de dose à l'organisme entier (20 mSv) a été fixée comme une limite de sécurité en dessous de laquelle aucun risque pour la santé n'a jusqu'ici été mis en évidence.

QUELLE TRAÇABILITÉ GARDE-T-ON DE L'ÉVÉNEMENT D'EXPOSITION ?

L'ensemble des résultats des mesures individuelles et des estimations de doses est conservé dans le **dossier médical** du travailleur pendant 50 ans après la cessation d'activité professionnelle.

Les doses calculées supérieures à 1 mSv sont enregistrées par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) au niveau du Système d'information pour la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (SISERI) qui centralise l'ensemble des données de mesures et de surveillance dosimétrique.

EN SAVOIR PLUS...

SUR LES PROTOCOLES DE SURVEILLANCE

→ Ils sont mis en place dans deux circonstances :

- en routine en complément de la surveillance des postes de travail par le SRP,

- suite à événement radiologique identifié.

→ Ils reposent sur :

- l'évaluation du risque d'exposition au poste de travail (SST et SRP),
- la prescription des examens de surveillance individuelle adaptés au niveau de risque (SST).

→ Ils sont périodiquement évalués (SST) pour valider leur pertinence et leur efficacité.

SUR L'ÉVALUATION DE LA DOSE

→ Une première étape consiste à calculer l'activité incorporée, c'est-à-dire la quantité de radionucléide entrée dans l'organisme.

Le calcul est réalisé à partir des résultats des mesures individuelles en utilisant des modèles et formules mathématiques recommandés.

→ Cela nécessite de connaître :

- la nature de l'élément contaminant (radionucléide, forme chimique, granulométrie),

- et les circonstances de l'exposition (date, voie d'exposition [inhalation, ingestion, plaie])

→ Le calcul de la dose se fait dans une deuxième étape à partir de l'activité incorporée, en appliquant les coefficients de dose fournis par les instances internationales et validés par la réglementation.

SUR LES TRAITEMENTS

→ Certains traitements permettent de limiter la dose et donc les conséquences suite à une contamination. Les traitements peuvent agir :

- soit de façon préventive pour limiter la fixation du radionucléide dans l'organisme (ex : traitement par iode stable),

- soit de façon curative pour augmenter l'élimination de certains radionucléides (DTPA, bleu de Prusse par exemple).

→ L'excision chirurgicale est une thérapeutique spécifique mise en œuvre en cas de plaie contaminée, pour limiter la diffusion du radionucléide dans l'organisme.