

Ordonnance sur la dosimétrie individuelle (Ordonnance sur la dosimétrie)

du 7 octobre 1999 (Etat le 1^{er} janvier 2008)

*Le Département fédéral de l'intérieur et
le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la
communication,*

vu l'art. 52 de l'ordonnance du 22 juin 1994¹ sur la radioprotection (ORaP),
arrêtent:

Chapitre 1 Dispositions générales

Art. 1 Objet

La présente ordonnance régit les dispositions techniques concernant la dosimétrie individuelle et établit les exigences touchant aux systèmes dosimétriques.

Art. 2 Définitions

Les définitions applicables à la présente ordonnance sont celles figurant dans son annexe 1 et dans l'OrAP.

Art. 3 Surveillance

Les autorités qui délivrent l'agrément conformément à l'art. 47 de l'ORaP exercent la surveillance sur les services de dosimétrie.

Art. 4 Objet de l'agrément d'un service de dosimétrie individuelle

L'agrément d'un service de dosimétrie individuelle concerne les aspects suivants:

- a. détermination des grandeurs de mesure;
- b. types de rayonnement et radionuclides mesurés;
- c. méthodes de mesure utilisées;
- d. format de l'annonce des doses.

Art. 5 Publication de l'agrément

Les autorités qui délivrent l'agrément publient la liste des services de dosimétrie individuelle agréés.

RO 2000 840

¹ RS 814.501

Art. 6 Devoirs des services de dosimétrie individuelle en cas de cessation d'activité

¹ Si le propriétaire d'un service de dosimétrie individuelle veut cesser son activité, il est tenu d'en aviser au moins six mois à l'avance l'autorité qui délivre l'agrément, ses mandants et leurs autorités de surveillance.

² Le service de dosimétrie individuelle qui cesse son activité remet les données d'archives qui sont en sa possession aux nouveaux services de dosimétrie individuelle désignés par les mandants.

³ Dans des situations extraordinaires (décès, faillite) l'autorité qui délivre l'agrément fixe la procédure.

Art. 7 Devoirs des services de dosimétrie individuelle en cas de résiliation du mandat

Lorsqu'un mandant résilie son contrat avec un service de dosimétrie individuelle, ce dernier doit rendre le mandant attentif à ses obligations en tant que détenteur d'une autorisation selon l'art. 43 de l'ORaP et informer l'autorité de surveillance de la résiliation.

Art. 8 Assurance de qualité

Le service de dosimétrie individuelle doit justifier, auprès de l'autorité qui délivre l'agrément, d'un programme d'assurance de qualité et l'appliquer.

Art. 9 Mesure des composantes principales du rayonnement

¹ S'il est démontré que, pour une personne, la dose effective liée à l'incorporation ou à l'irradiation externe par des photons ou des neutrons ne peut être supérieure à 10 % de la dose annuelle totale, on peut renoncer, avec l'accord de l'autorité de surveillance, à la dosimétrie individuelle de cette composante du rayonnement.

² Si la dose à la peau ne peut être supérieure à 25 mSv par an, on peut, avec l'accord de l'autorité de surveillance, renoncer à la surveillance individuelle de cette composante.

Art. 10 Dosimétrie des personnes astreintes en cas d'augmentation de la radioactivité selon l'art. 121 et 122 ORaP

¹ Les doses d'irradiation des personnes astreintes sont à protocoler et à tenir à disposition de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). La notification à l'OFSP s'effectue selon des directives particulières.

² La dosimétrie peut être effectuée:

- a. par un service agréé de dosimétrie individuelle, ou
- b. par l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité (OIR) à l'aide de dosimètres électroniques, dans la mesure où ceux-ci sont conformes à l'état de la technique et rattachés métrologiquement.

³ Si l'on soupçonne une incorporation, il faut procéder à une surveillance d'incorporation conformément à l'art. 32. La direction de l'intervention peut ordonner à cet effet des mesures spéciales de tri.

⁴ Dans des champs de radiation suffisamment connus et homogènes, on peut renoncer à une mesure individuelle de la dose à condition que celle-ci soit déterminée par calcul.

Chapitre 2 Irradiation externe

Section 1 Exécution de la dosimétrie (méthodes de surveillance)

Art. 11 Port du dosimètre

Le dosimètre du corps entier doit être porté au niveau du tronc, sur la poitrine ou sur l'abdomen. Les femmes enceintes le porteront au niveau de l'abdomen.

Art. 12 Port de plusieurs dosimètres

¹ Les personnes surveillées doivent porter plusieurs dosimètres quand la valeur de dose indiquée par un seul dosimètre n'est pas représentative à cause de l'inhomogénéité du champ de radiations.

² L'expert de radioprotection détermine la dose effective sur la base des doses corporelles partielles.

³ La méthode de détermination doit être approuvée par l'autorité de surveillance; celle-ci fixe les modalités d'annonce.

Art. 13 Instruments supplémentaires avec alarme et dosimètres des extrémités

L'autorité de surveillance peut exiger:

- a. que, dans des champs de radiation variables ou inhomogènes, un instrument avec une alarme acoustique sur le débit de dose soit utilisé;
- b. qu'en vue d'optimiser les travaux, un dosimètre à lecture directe soit utilisé;
- c.² que des dosimètres des extrémités soient portés dans le cas où la dose aux extrémités peut dépasser 25 mSv par an.

Art. 14 Port d'un tablier de protection

¹ Lors du port d'un tablier de protection, le dosimètre est placé sous le tablier.

² L'autorité de surveillance peut exiger que deux dosimètres soient portés lors de travaux impliquant des doses élevées effectués avec un tablier de protection.

² Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

³ Le second dosimètre ne doit être porté que lors de travaux avec le tablier de protection et être placé sur celui-ci; il doit porter un signe distinctif.

⁴ La dose individuelle totale – avec 2 dosimètres – est calculée comme suit:

$$H_{total}(10) = H_{sous}(10) + a \cdot H_{sur}(10)$$

$$H_{total}(0.07) = H_{sous}(0.07) + H_{sur}(0.07)$$

où H_{sous} représente la dose indiquée par le dosimètre placé sous le tablier et H_{sur} celle du dosimètre placé sur le tablier et $a = 0.1$, lorsque le tablier de protection ne protège pas la glande thyroïde, et $a = 0.05$, si le tablier la protège.

⁵ Le détenteur de l'autorisation annonce au service de dosimétrie les personnes portant un tablier de plomb pour lesquelles un deuxième dosimètre est nécessaire.³

⁶ Le service de dosimétrie calcule la dose individuelle totale et annonce H_{sous} , H_{sur} et H_{total} à l'entreprise mandante et au registre central des doses.⁴

Art. 15⁵ Port des dosimètres des extrémités

Un dosimètre des extrémités doit être porté, dans la mesure du possible, à l'endroit où la dose la plus élevée est attendue. Si plusieurs dosimètres sont portés, la dose la plus élevée doit être comptabilisée.

Art. 16 Allongement de la période de mesure

¹ Un allongement de la période de mesure au-delà d'un mois, conformément à l'art. 42, al. 5, ORaP, est possible, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, si:

- a. les personnes concernées sont surveillées en outre à l'aide de dosimètres individuels à lecture directe; ou
- b. une dosimétrie d'ambiance, avec indication du débit de dose ou possibilité d'alarme, est effectuée.

² Le détenteur de l'autorisation doit démontrer à l'autorité de surveillance que les systèmes de mesure indiqués à l'al. 1 sont conformes à l'état de la technique et rattachés métrologiquement et qu'un programme d'assurance de qualité est appliqué.

³ Introduit par le ch. I de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

⁴ Introduit par le ch. I de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

⁵ Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

Section 2

Exigences techniques auxquelles doivent répondre les systèmes de dosimétrie

Art. 17 Exigences générales

Les systèmes de mesure selon l'art. 45, al. 2c, ORaP doivent permettre la détermination des grandeurs opérationnelles pour la dosimétrie individuelle en cas d'irradiation externe définies à l'annexe 5 de l'ORaP.

Art. 18 Exigences pour les conditions de mesure de routine

L'écart de la valeur de la dose H_m , déterminée dans les conditions de routine, à la valeur de référence H_t de la grandeur opérationnelle doit être situé, pour les photons, à l'intérieur des limites fixées à l'annexe 2.

Art. 19 Exigences en vue de l'agrément

¹ Les systèmes de dosimétrie doivent satisfaire aux exigences fixées dans les annexes 3 à 7.

² L'écart entre la valeur de la dose indiquée et la valeur de référence, dans les conditions de référence fixées à l'art. 22, ne doit pas être supérieur à $\pm 10\%$.

³ Si les dosimètres sont portés dans un champ de radiation connu sensiblement différent du champ de référence, l'autorité qui délivre l'agrément peut autoriser l'application d'un facteur de normalisation relativement aux conditions de référence.

⁴ L'autorité qui délivre l'agrément peut autoriser une dérogation aux exigences des annexes 3 à 7 concernant la dépendance en fonction de l'énergie et le domaine de mesure. Le responsable du service de dosimétrie individuelle doit alors démontrer:

- a. que son système de dosimétrie est utilisé dans des champs de radiation qui ne fournissent une contribution de dose significative que dans un domaine particulier d'énergie, ou
- b. qu'en se basant sur des principes physiques ou des mesures techniques, le dépassement d'une dose maximale donnée n'est pas possible au cours de l'exposition aux rayonnements.⁶

Art. 20 Exigences supplémentaires pour l'agrément de systèmes dosimétriques électroniques

¹ Un système électronique de dosimétrie individuelle doit satisfaire aux normes de la Commission électrotechnique internationale (CEI) ou avoir subi un test de type équivalent.

⁶ Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

² Il faut garantir par des dispositions adéquates que les données dosimétriques ne puissent être effacées avant leur transfert dans la banque de données du service de dosimétrie individuelle.

³ La dépendance de la mesure de dose en fonction du débit de dose doit être spécifiée, le cas échéant également pour un rayonnement pulsé.

⁴ Le dosimètre doit satisfaire aux exigences à son lieu d'utilisation.

Art. 21 Mesures d'intercomparaison

¹ Lors des mesures d'intercomparaison visées par l'art. 50, al. 2, ORaP, la précision de mesure dans les conditions de référence fixées à l'art. 22 doit être contrôlée.

² Si les valeurs de dose indiquées dans les conditions de référence s'écartent de plus de 10 % de la valeur de référence, le service dosimétrique établit la raison de l'écart et effectue au besoin une nouvelle calibration du système dosimétrique.

³ Si des tests complémentaires sont effectués, à l'occasion d'intercomparaisons, les exigences fixées à l'art. 18 et aux annexes 3 à 7, en tenant compte des exceptions selon l'art. 19, al. 3 et 4, doivent être satisfaites.

Section 3 Définitions et conditions techniques

Art. 22 Conditions de référence

Les conditions de référence sont définies comme suit: fantôme d'irradiation décrit à l'art. 23, dose située entre 2 et 10 mSv, et champs de radiation suivants:

- a. pour les photons: source de césium-137
- b. pour les électrons: source de strontium-90/yttrium-90
- c. pour les neutrons: source d'americium-beryllium

Art. 23 Définition du fantôme d'irradiation

¹ Le fantôme d'irradiation pour la dosimétrie individuelle consiste en un récipient parallélépipédique en polyméthylmétacrylate/PMMA (plexiglas) de dimensions suivantes: $30 \times 30 \times 15$ cm³. L'épaisseur de la paroi est de 2,5 mm pour la face frontale, 10 mm pour les autres faces. Le récipient est rempli d'eau.

² Le fantôme d'irradiation pour les extrémités consiste en une tige en plexiglas d'un diamètre de 19 mm et d'une longueur de 300 mm.

Art. 24 Grandeurs de mesure

¹ Les grandeurs opérationnelles de la dosimétrie individuelle sont déduites, à l'aide de coefficients de conversion donnés à l'annexe 8, des grandeurs de mesure suivantes:

- a. kerma dans l'air (K_a) pour les photons;

- b. dose absorbée dans l'air (D_a) ou fluence (Φ) pour les électrons;
- c. fluence (Φ) pour les neutrons.

² Le rattachement métrologique des systèmes de mesure aux standards nationaux s'effectue par le biais des grandeurs définies à l'al. 1, let. a à c.

Art. 25 Géométrie d'irradiation pour les photons et les neutrons

Le champ de radiation doit être centré sur le fantôme et perpendiculaire à sa face d'entrée. Le point de référence est le centre de mesure du dosimètre. La distance entre la source et le fantôme doit être au moins 2 m. Le champ de radiation doit couvrir complètement le fantôme.

Art. 26 Géométrie d'irradiation pour le rayonnement bêta

Le champ de radiation doit être centré sur le fantôme et perpendiculaire à sa face d'entrée. Le point de référence est le centre de mesure du dosimètre. La distance entre la source et le fantôme doit être au moins 20 cm et d'au plus 50 cm. Le champ de radiation doit couvrir complètement le fantôme.

Art. 27 Champs de radiation de référence

Les champs de radiation de référence selon l'annexe 8 doivent correspondre aux normes ISO⁸ 4037⁹ (faisceaux de photons), ISO 8529¹⁰ (faisceaux de neutrons) et ISO 6980¹¹ (faisceaux de rayonnement bêta).

⁷ Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

⁸ International Organization for Standardization
Les normes techniques de l'ISO peuvent être consultées gratuitement auprès de l'Office fédéral de la santé publique, 3003 Berne, retirées contre acquittement des frais auprès du Centre suisse d'information sur les règles techniques (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur, ou téléchargées à l'adresse internet www.snv.ch.

⁹ ISO 4037-1, édition:1996-12
Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 1: Caractéristiques des rayonnements et méthodes de production.

ISO 4037-2, édition:1997-12
Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 2: Dosimétrie pour la radioprotection dans les gammes d'énergie de 8 keV à 1,3 MeV et de 4 MeV à 9 MeV.

ISO 4037-3, édition:1999-06
Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 3: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et mesurage de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence.

ISO 4037-4, édition:2004-10
Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons – Partie 4: Etalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels dans des champs de référence X de faible énergie.

¹⁰ ISO 8529-1, édition:2001-02
Rayonnements neutroniques de référence – Partie 1: Caractéristiques et méthodes de

Art. 28 Conditions pour le contrôle de la dépendance énergétique

La dépendance énergétique est contrôlée en irradiant le fantôme selon l'art. 23 à une valeur de référence de la grandeur opérationnelle située entre 2 et 10 mSv avec un faisceau perpendiculaire à la face d'entrée du fantôme.

Art. 29 Conditions pour le contrôle de la dépendance directionnelle

La dépendance directionnelle est contrôlée en irradiant le fantôme selon l'art. 23 sous différents angles, à une valeur de référence de la grandeur opérationnelle située entre 2 et 10 mSv.

Art. 30 Conditions pour le contrôle de la reproductibilité

La reproductibilité est contrôlée dans les conditions de référence. A cet effet, on détermine la dispersion des doses indiquées par plusieurs dosimètres irradiés dans les mêmes conditions.

Art. 31 Fading

L'effet de fading sur la mesure de la dose doit être déterminé, dans les conditions normales d'utilisation, sur une période de mesure.

Chapitre 3 Irradiation interne**Section 1****Dispositions concernant l'exécution de la dosimétrie
(méthodes de surveillance)****Art. 32** Surveillance d'incorporation

¹ La surveillance individuelle d'incorporation s'effectue par la mesure de l'activité accumulée dans l'organisme ou excrétée.

² La méthode de mesure doit satisfaire aux exigences fixées à l'annexe 10.

production.

ISO 8529-2, édition:2000-08

Rayonnements neutroniques de référence – Partie 2: Concepts d'étalonnage des dispositifs de radioprotection en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ de rayonnement.

ISO 8529-3, édition:1998-11

Rayonnements neutroniques de référence – Partie 3: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence des neutrons.

¹¹ ISO 6980, édition:1996-10

Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta.

³ Si l'on peut apporter la preuve, à l'intention de l'autorité de surveillance, qu'une autre méthode, ou qu'un autre intervalle de surveillance, sont équivalents ou meilleurs que ceux indiqués à l'annexe 10, des aménagements aux mesures d'incorporation, conformément à l'art. 33, al. 1, let. b, sont admis.

Art. 33 Méthodes de mesure

¹ La surveillance d'incorporation s'effectue à l'aide:

- a. d'une mesure simplifiée (mesure de tri) effectuée par l'entreprise selon les consignes de l'autorité de surveillance;
- b. d'une mesure effectuée à l'aide d'un équipement approprié par un service de dosimétrie individuelle agréé (mesure d'incorporation).

² Les résultats des mesures de tri ne sont pas utilisés pour déterminer une dose.

³ Une mesure d'incorporation doit être effectuée lorsque le résultat d'une mesure de tri est situé au-dessus d'un seuil de mesure spécifique au nuclide et indiqué à l'annexe 10.

Art. 34 Intervalles de surveillance

¹ Les intervalles de mesure sont indiqués à l'annexe 10 pour quelques radionuclides.

² Pour les radionuclides qui n'y figurent pas, on doit choisir les intervalles de surveillance de sorte qu'une incorporation ayant lieu au début ou à la fin de l'intervalle ne conduise pas, dans la mesure du possible, à une sous-estimation, ou à une surestimation, d'un facteur supérieur à 3.

³ Pour les substances radioactives ayant une période effective très courte (inférieur à 1 jour), la surveillance d'incorporation s'effectue par des mesures de tri fréquentes, par exemple chaque jour de travail.

Art. 35 Mélanges de radionuclides

¹ Lorsque l'on peut admettre qu'une composition de nuclides est stable, on peut limiter la mesure d'incorporation à un nuclide directeur.

² La détermination de la dose à partir des mesures du radionuclide directeur doit être documentée.

Art. 36 Mesure de la concentration d'activité dans l'air ambiant

Dans des cas particuliers, et avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, une mesure de la concentration d'activité dans l'air ambiant peut remplacer la surveillance individuelle d'incorporation.

Art. 37 Radionuclides particuliers

Si, pour un radionuclide particulier, il n'existe pas de service de mesure d'incorporation agréé, les autorités de surveillance décident auprès de quels services et par

quelles procédures (fréquence et méthode de mesure) les analyses correspondantes doivent être effectuées.

Section 2:

Exigences minimales pour les services de mesure de tri et conditions régissant pour l'agrément des services de mesure d'incorporation

Art. 38 Mesures de tri

¹ Les exigences concernant les mesures de tri sont fixées de cas en cas par l'autorité de surveillance. Elles comprennent des exigences minimales concernant la mesure, la calibration, le rattachement métrologique ainsi que l'assurance de qualité.

² Les résultats des mesures de tri doivent être enregistrés.

Art. 39 Agrément des services de mesure d'incorporation

¹ L'agrément d'un service de mesure d'incorporation selon les art. 45 à 47 ORaP concerne des radionuclides définis.

² Lors des analyses d'excréta, les mesures d'activité, respectivement de concentrations radioactives doivent pouvoir être déterminées avec un écart à la valeur de référence inférieur à 20 %, pour des activités situées entre 10 et 100 fois le seuil de mesure selon l'annexe 10.

³ Pour les mesures directes, l'activité mesurée sur un fantôme approuvé par l'autorité qui délivre l'agrément, doit pouvoir être déterminée, pour des activités situées entre le seuil de mesure selon l'annexe 10 et une valeur 100 fois supérieure. Dans ce domaine, la valeur de mesure ne doit pas s'écarter de la valeur de référence de plus de 20 %.

⁴ Les systèmes de mesure doivent correspondre à l'état de la technique et être rattachés à un standard reconnu par l'Office fédéral de métrologie (METAS)¹².

Section 3 Modèles standard pour les calculs

Art. 40 Calcul standard

¹ Le calcul standard de la dose effective engagée s'effectue selon des indications données à l'annexe 9.

² Les données spécifiques aux nuclides devront être utilisées pour ce calcul sont indiquées à l'annexe 10.

¹² La désignation de l'unité administrative a été adaptée en application de l'art. 16 al. 3 de l'O du 17 nov. 2004 sur les publications officielles (RS 170.512.1).

³ Pour le calcul de la dose, dans les conditions de routine, on admet que l'incorporation a eu lieu au milieu de l'intervalle de surveillance. Lorsque l'on connaît le moment de l'incorporation, on doit en tenir compte dans le calcul.

⁴ Si l'on démontre que la substance radioactive, sous la forme où elle est utilisée, présente un métabolisme différent de celui du modèle standard, on doit utiliser, avec l'assentiment de l'autorité qui délivre l'agrément, un modèle pour les mesures d'incorporation mieux adapté à la situation.

Chapitre 4 Dispositions finales

Art. 41 Dispositions transitoires

Le détenteur de l'autorisation doit pourvoir à ce que les personnes de son entreprise qui sont exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession soient soumises au plus tard dès le 1^{er} janvier 2001 à des mesures de dose permettant la détermination de l'irradiation externe et interne correspondant à la présente ordonnance.

Art. 42 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 1^{er} janvier 2000.

Définitions

Incorporation chronique

Absorption chronique de substances radioactives dans l'organisme humain par ingestion, inhalation ou pénétration à travers la peau.

Fading

Différence relative entre la valeur de mesure et la valeur de référence en fonction du laps de temps entre l'irradiation et l'évaluation, en % de la valeur de référence (%/mois).

Fluence

En un point dans un champ de radiation, nombre de particules entrant dans une petite sphère centrée en ce point, divisé par la surface d'un grand cercle de la sphère (cm⁻²).

Période effective

La période *effective* est calculée comme suit à partir de la période *biologique* et de la période *physique* d'un radionuclide:

$$T_{1/2 \text{ eff}} = \frac{T_{1/2 \text{ biol}} \cdot T_{1/2 \text{ phys}}}{T_{1/2 \text{ biol}} + T_{1/2 \text{ phys}}}$$

Mesure d'incorporation

Détermination de la dose effective engagée E₅₀, sur la base de la mesure de l'activité corporelle ou de celle d'excréta.

Kerma

En un point dans la matière, somme des énergies cinétiques des particules ionisantes chargées libérées par des radiations ionisantes non chargées, par unité de masse de matière (**kinetic energy released in material**) (J/kg, Gy).

Nuclide directeur

Nuclide représentatif d'un mélange de nuclides en ce qui concerne la détermination de la dose.

Mesure de tri

Procédé de mesure utilisé pour mettre en évidence une incorporation sans déterminer la dose effective correspondante.

Exigences pour un dosimètre individuel pour les photons selon des conditions de mesure de routine

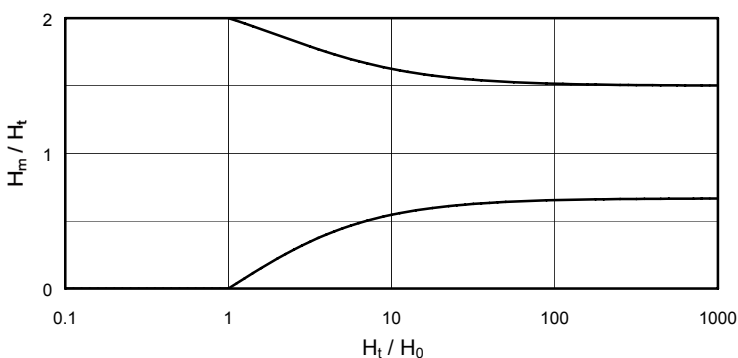
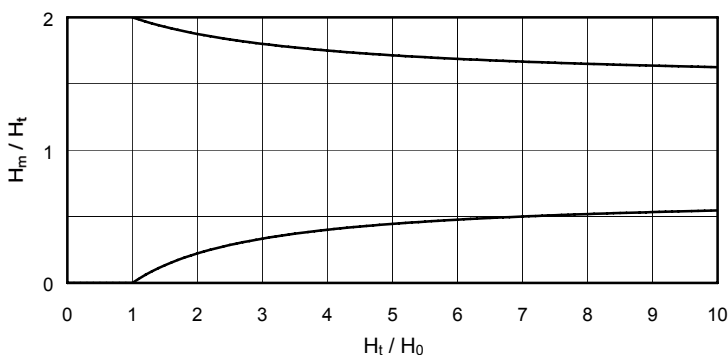
pour $H_t \leq H_0$: $0 \leq H_m \leq 2H_0$

pour $H_t > H_0$: $\frac{1}{1.5} \left(1 - \frac{2H_0}{H_0 + H_t} \right) \leq H_m / H_t \leq 1.5 \left(1 + \frac{H_0}{2H_0 + H_t} \right)$

H_t est la valeur de référence de la grandeur opérationnelle

H_m est la valeur de dose déterminée dans les conditions de routine

H_0 est la plus faible dose qui doit être mesurable (voir annexes 3 et 6)



¹³ Mise à jour selon le ch. II al. 1 de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

Annexe 3
(art. 19 et 21, al. 3)

Exigences concernant un dosimètre individuel pour les photons

- a. Grandeurs de mesure
 $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$
- b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
 $H_0 = 0,1$ mSv pour $H_p(10)$
 $H_0 = 1$ mSv pour $H_p(0,07)$
- c. Domaine de mesure
 H_0 jusqu'à 5 Sv
- d. Linéarité
Ecart < 15 % entre 1 mSv et 5 Sv
- e. Dépendance énergétique
Pour les photons d'énergie située entre 20 keV et 5 MeV

$$0,7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1,3 \quad \text{pour } H_p(10)$$

Pour les photons d'énergie située entre 10 keV et 300 keV; jusqu'à 5 MeV
en condition d'équilibre électronique secondaire

$$0,7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1,3 \quad \text{pour } H_p(0,07)$$

- f. Dépendance directionnelle
< 20 % jusqu'à 60° pour des énergies > 60 keV
- g. Reproductibilité
Ecart standard $s \leq 10\%$ pour $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$
- h. Fading
Effet < 10 %/mois

**Exigences concernant un dosimètre individuel
pour le rayonnement bêta**

- a. Grandeur de mesure
 $H_p(0,07)$
- b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Domaine de mesure
 H_0 jusqu'à 5 Sv
- d. Linéarité
Ecart < 15 % entre 1 mSv et 5 Sv
- e. Dépendance énergétique
Pour le rayonnement bêta du thallium-204 ou du krypton-85:

$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

Au cas où le système a été étalonné avec un rayonnement photonique, l'exigence supplémentaire suivante s'applique pour le rayonnement bêta du strontium-90/yttrium-90:

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- f. Reproductibilité
Ecart standard $s \leq 10\%$
- g. Fading
Effet < 10 %/mois

Annexe 5
(art. 19 et 21, al. 3)

Exigences concernant un dosimètre individuel pour les neutrons

- a. Grandeur de mesure
 $H_p(10)$
- b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
 $H_0 = 0,5 \text{ mSv}$
- c. Domaine de mesure
 H_0 jusqu'à 5 Sv
- d. Linéarité
Ecart < 30 % entre 1 mSv et 5 Sv
- e. Dépendance énergétique

$$0,3 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 3,0$$

pour les spectres de radiation dans lesquels le dosimètre est utilisé.

- f. Reproductibilité
Ecart standard $s \leq 50\%$
- g. Fading
Effet < 30 %/mois

**Exigences concernant un dosimètre des extrémités
pour les photons**

- a. Grandeur de mesure
 $H_p(0,07)$
- b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Domaine de mesure
 H_0 jusqu'à 5 Sv
- d. Linéarité
Ecart < 15 % entre 1 mSv et 5 Sv
- e. Dépendance énergétique
Pour les photons d'énergie située entre 10 keV et 300 keV; jusqu'à 1,5 MeV
en condition d'équilibre électronique secondaire

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- f. Dépendance directionnelle
< 20 % jusqu'à 60° pour des énergies > 60 keV
- g. Reproductibilité
Ecart standard $s \leq 15\%$
- h. Fading
Effet < 10 %/mois

Annexe 7
(art. 19 et 21, al. 3)

Exigences concernant un dosimètre des extrémités pour le rayonnement bêta

- a. Grandeur de mesure
 $H_p(0,07)$
- b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Domaine de mesure
 H_0 jusqu'à 5 Sv
- d. Linéarité
Ecart < 15 % entre 1 mSv et 5 Sv
- e. Dépendance énergétique
Pour le rayonnement bêta du thallium-204 ou du krypton-85:

$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

Au cas où le système a été étalonné avec un rayonnement photonique, l'exigence supplémentaire suivante s'applique pour le rayonnement bêta du strontium-90/yttrium-90:

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- f. Reproductibilité
Ecart standard $s \leq 15\%$
- g. Fading
Effet < 10 %/mois

Annexe 8¹⁴
(art. 24 et 27)

Coefficients de conversion

a. Coefficients de conversion pour les photons

Coefficients de conversion du kerma dans l'air à la dose individuelle en profondeur $H_p(10)$ et à la dose individuelle en surface $H_p(0,07)$ applicable à un dosimètre individuel placé sur un fantôme parallélépipédique (art. 23)

Qualité/ Source	Energie moyenne (keV)	Coefficients de conversion (Sv/Gy)									
		$h_p(10; \alpha)$ pour un angle α de					$h_p(0,07; \alpha)$ pour un angle α de				
		0°	15°	30°	45°	60°	0°	15°	30°	45°	60°
N-15	12						0,96	0,95	0,95	0,95	0,93
N-20	16						0,98	0,98	0,98	0,98	0,97
N-25	20	0,55	0,54	0,50	0,41	0,28	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
N-30	24	0,79	0,77	0,74	0,65	0,49	1,10	1,10	1,10	1,09	1,07
N-40	33	1,17	1,15	1,12	1,02	0,85	1,27	1,26	1,26	1,23	1,19
N-60	48	1,65	1,63	1,59	1,47	1,27	1,55	1,54	1,53	1,49	1,42
Am-241	59	1,89	1,87	1,83	1,72	1,50	1,72	1,71	1,69	1,65	1,57
N-80	65	1,88	1,86	1,83	1,71	1,50	1,72	1,70	1,70	1,65	1,58
N-100	83	1,88	1,87	1,82	1,73	1,53	1,72	1,70	1,70	1,66	1,60
N-120	100	1,81	1,79	1,76	1,68	1,51	1,67	1,66	1,65	1,62	1,58
N-150	118	1,73	1,71	1,68	1,61	1,46	1,61	1,60	1,60	1,58	1,54
N-200	164	1,57	1,56	1,55	1,49	1,38	1,49	1,49	1,49	1,49	1,46
N-250	208	1,48	1,48	1,47	1,42	1,33	1,42	1,42	1,42	1,43	1,43
N-300	250	1,42	1,42	1,41	1,38	1,30	1,38	1,38	1,38	1,40	1,40
Cs-137	662	1,21	1,22	1,22	1,22	1,19	1,21	1,21	1,22	1,23	1,26
Co-60	1250	1,15	1,15	1,15	1,16	1,14	1,15	1,15	1,15	1,16	1,14
Ti (Target)	5140	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11

Références: ICRP 74¹, ISO 4037-3².

¹ International Commission on Radiological Protection, www.icrp.org

² International Organization for Standardization, www.iso.org

Coefficients de conversion du kerma dans l'air à la dose individuelle en surface $H_p(0,07)$ applicable à un dosimètre des extrémités placé sur un fantôme-tige ISO en PMMA (art. 23)

Qualité	Energie moyenne (keV)	Coefficients de conversion $h_p(0,07)$ (Sv/Gy)
N-15	12	0,95

¹⁴ Mise à jour selon le ch. II al. 1 de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

Qualité	Energie moyenne (keV)	Coefficients de conversion $h_p(0,07)$ (Sv/Gy)
N-20	16	0,98
N-25	20	1,00
N-30	24	1,03
N-40	33	1,07
N-60	48	1,11
Am-241	59	1,14
N-80	65	1,15
N-100	83	1,17
N-120	100	1,17
N-150	118	1,17
N-200	164	1,16
N-250	208	1,15
N-300	250	1,14
Cs-137	662	1,12

Références: ISO 4037-3, Grosswendt, Radiat. Prot. Dosim. 59 (1995), 165-179.

b. Coefficients de conversion pour les neutrons

Coefficients de conversion $h_{p\Phi}(10; \alpha)$ de la fluence neutronique Φ à la dose individuelle en profondeur $H_p(10)$ applicable à un dosimètre individuel placé sur un fantôme parallélépipédique (art. 23)

Source de neutrons/ Energie des neutrons (MeV)	$h_{p\Phi}(10; \alpha)$ en pSv cm ² pour un angle α de				
	0°	15°	30°	45°	60°
²⁵² Cf (D ₂ O-moderé)	110	109	109	102	87,4
²⁵² Cf	400	397	409	389	346
²⁴¹ Am-Be (α, n)	411	409	424	415	383
Neutrons thermiques	11,4	10,6	9,11	6,61	4,04
0,024	20,2	19,9	17,2	13,6	7,85
0,144	134	131	121	102	69,9
0,250	215	214	201	173	125
0,57	355	349	347	313	245
1,2	433	427	440	412	355
2,5	437	434	454	441	410
2,8	433	431	451	441	412
3,2	429	427	447	439	412
5,0	420	418	437	435	409
14,8	561	563	581	572	576
19,0	600	596	621	614	620
30	515	515	515	515	515
50	400	400	400	400	400
75	330	330	330	330	330
100	285	285	285	285	285

Références: ISO 8529-3, ICRP 74.

Explication:

Les valeurs au-dessus de 30 MeV ont été considérées comme identiques aux coefficients de conversion pour l'obtention de H*(10).

c. Coefficients de conversion pour les électrons

Energie (MeV)	Coefficients de conversion $H_p(0,07)/\Phi$ (nSv cm ²)
0,10	1,661
0,15	1,229
0,20	0,834
0,30	0,542
0,40	0,455
0,50	0,403
0,60	0,366
0,70	0,344
0,80	0,329
1,00	0,312
1,50	0,287
2,00	0,279
2,50	0,278
3,00	0,276

Références: ICRP 74

d. Coefficients de conversion spécifiques aux sources bêta standard usuelles

Source	Coefficients de conversion $H_p(0,07)/D_a$ (Sv/Gy)
Strontium/Yttrium-90	1,24
Thallium-204	1,20
Krypton-85	1,16
Promethium-147	0,23

Référence: communication NPL¹

¹ National Physical Laboratory, www.npl.co.uk

Interprétation de la mesure d'incorporation

Pour l'interprétation en situation normale, on admet que l'incorporation est due à une inhalation. La dose effective engagée E_{50} , grandeur dosimétrique opérationnelle en cas d'incorporation, s'obtient en multipliant l'activité incorporée I par la grandeur d'appréciation e_{inh} (voir ORaP, annexe 3):

$$E_{50} = e_{inh} \cdot I \quad (1)$$

La fraction de l'activité se trouvant au temps t après une incorporation par inhalation dans un organe ou une excrétion est donnée par la fonction $m(t)$. On a ainsi:

$$M(t) = I \cdot m(t) \quad (2)$$

où $M(t)$ est l'activité dans l'organe ou l'excrétion (valeur de mesure). La dose effective engagée E_{50} s'obtient ainsi à partir de $M(t)$:

$$E_{50} = e_{inh} \cdot I = e_{inh} \frac{M(t)}{m(t)} = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(t)} \quad (3)$$

Lorsque l'intervalle de temps t entre l'incorporation et la mesure est connu (surveillance spéciale), la dose effective engagée E_{50} se calcule à partir de $M(t)$ avec la formule (3).

Lors de la surveillance de routine, on admet que l'incorporation a eu lieu au milieu de l'intervalle T entre 2 mesures (ainsi $t = T/2$). La dose effective engagée E_{50} s'obtient à partir de la grandeur M et des valeurs tabulées de $e_{inh}/m(t)$ comme suit:

$$E_{50} = e_{inh} \cdot \frac{M(t)}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} \quad (4)$$

Lorsqu'une incorporation nettement supérieure à la limite de détection a eu lieu et que la période effective est comparable ou supérieure à l'intervalle de surveillance, cette incorporation aura une incidence sur les mesures ultérieures. Dans ce cas, la contribution des incorporations antérieures à la mesure en cours devra être calculée et soustraite. Cette correction se calcule par extrapolation de l'incorporation antérieure I_a au moment de la nouvelle mesure, ceci à l'aide du facteur $m(\Delta t)$. Δt est l'intervalle de temps entre le moment (supposé) de l'incorporation précédente et la nouvelle mesure. La contribution M_n à la nouvelle mesure $M(t)$ provenant de la

¹⁵ Mise à jour selon le ch. II al. 1 de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

nouvelle incorporation se calcule, à partir de la valeur M_a de la mesure précédente, comme suit:

$$M_n(t) = M(t) - I_a \cdot m(\Delta t) = M(t) - \frac{M_a}{m(T/2)} \cdot m(\Delta t) \quad (5)$$

La dose effective engagée E_{50}^n due à la nouvelle incorporation se calcule à l'aide de la formule (4) comme suit:

$$E_{50}^n = M_n(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - M_a \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} \cdot \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)} \quad (6)$$

ou, à l'aide de la dose effective engagée E_{50}^a de l'incorporation précédente:

$$E_{50}^n = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - E_{50}^a \cdot \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - E_{50}^a \cdot k(\Delta t) \quad (7)$$

Dans le cas de la surveillance de routine, les facteurs de correction

$$k(\Delta t) = m(\Delta t) / m(T/2) \quad (8)$$

peuvent être calculés à partir des valeurs de $m(t)$. Le laps de temps Δt prend les valeurs $(n+1/2)T$, où n est le nombre d'intervalles séparant le moment de l'incorporation et la mesure. Les valeurs $m(t)$ sont données dans la publication 78 de la CIPR, sous forme tabulée et sous forme graphique. Dans le cas où $t = 3T/2$ les valeurs de $k(\Delta t)$ sont données à l'annexe 10. En pratique, on ne tiendra compte de ces corrections que si leur contribution à la dose est supérieure à 10 %.

Dans les situations pratiques où l'on peut admettre que l'incorporation est chronique (par exemple dans le cas du tritium ou de l'iode-125), on utilisera les facteurs prévus à cet effet à l'annexe 10.

*Annexe 10*¹⁶
(art. 32, 33, 34, 39 et 40)

Fiches spécifiques aux radionucléides

Liste des radionucléides:	Page
1. H-3 sous forme HTO	25
2. C-11	26
3. C-14	27
4. O-15	28
5. F-18	29
6. P-32	30
7. P-33	31
8. S-35	32
9. Ca-45	33
10. Cr-51	34
11. Fe-59	35
12. Co-57	36
13. Co-58	37
14. Co-60	38
15. Zn-65	39
16. Ga-67	40
17. Ga-68	41
18. Sr-85	42
19. Sr-89	43
20. Sr-90	44
21. Y-90	45
22. Tc-99m	46
23. In-111	47
24. I-123	48
25. I-124	49
26. I-125	50
27. I-131	51
28. Cs-134	52
29. Cs-137	53
30. Sm-153	54
31. Er-169	55

¹⁶ Nouvelle teneur selon le ch. II al. 2 de l'O du DFI et du DETEC du 7 nov. 2007, en vigueur depuis le 1^{er} janv. 2008 (RO 2007 5699).

Liste des radionucléides:	Page
32. Lu-177	56
33. Re-186	57
34. Re-188	58
35. Tl-201	59
36. Ra-226	60
37. Th-232	61
38. U-235	62
39. U-238	63
40. Np-237	64
41. Pu-239	65
42. Am-241	66

1. H-3 sous forme de HTO

1. Métabolisme

Le tritium sous forme d'eau tritiée peut être incorporé par inhalation, ingestion ou absorption à travers la peau. 97 % du tritium se mélange rapidement avec l'eau corporelle et est éliminé, principalement par l'urine, avec une période de 10 jours. Les 3 % restant sont liés organiquement et éliminés avec une période de 40 jours. Ainsi l'irradiation est pratiquement proportionnelle à la concentration du tritium dans l'urine. Les travailleurs qui manipulent de la peinture luminescente ou des aiguilles et des cadrans lumineux sont soumis à une incorporation chronique de tritium. Dans ce cas, un équilibre s'établit entre l'activité corporelle et celle de l'urine, et la dose doit être calculée à l'aide d'un modèle d'incorporation chronique.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide.
Seuil de mesure: 42 000 Bq/l

Mesure d'incorporation
 Mesure par scintillation liquide de la concentration en tritium de l'urine Cu en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	30 jours	T _{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	1 jour
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

4. Interprétation en cas d'incorporation unique

E₅₀ = C_u · {ε_{inh}/m(t)}	t [jour]	ε _{inh} /m(t) [Sv·l/Bq]
	1	0,78×10 ⁻⁹
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	0,86×10 ⁻⁹
C _u : Valeur de mesure en Bq/l	3	0,90×10 ⁻⁹
ε _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	0,95×10 ⁻⁹
m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	1,1×10 ⁻⁹
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	1,1×10 ⁻⁹
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	7	1,2×10 ⁻⁹
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	2,0×10 ⁻⁹
	30	5,3×10 ⁻⁹
	45	13×10 ⁻⁹

5. Interprétation en cas d'incorporation chronique

Intervalle de surveillance T = 30 jours: E₅₀ = C_u 1,4 10⁻⁹ (Sv par intervalle de surveillance)

2. C-11

1. Métabolisme

En raison de sa courte durée de vie (période physique de 20.38 min.), le C-11 se désintègre presque entièrement dans le corps avant d'être éliminé. Le C-11 inhalé ou ingéré dépose principalement sa dose dans les poumons (inhalation) et/ou dans le tractus gastro-intestinal (ingestion).

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure du rayonnement direct avec un instrument de mesure du débit de dose placé devant l'estomac ou l'abdomen, au minimum toutes les 4 heures.

Seuil de mesure: 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ au niveau de l'estomac

Mesure d'incorporation

A cause de la courte période physique, une mesure d'incorporation n'est pas possible.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	4 heures	T _{mesure} :	–	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	----------	-----------------------	---	--------------------------	---------------

4. Interprétation

Lors du dépassement du seuil de mesure, une enquête et une interprétation des résultats permettant de déterminer la dose effective engagée E_{50} , réalisées par un expert avec l'accord de l'autorité de surveillance, s'avèrent nécessaires.

3. C-14

1. Métabolisme

Le modèle standard a été développé pour des composés de carbone qui sont métabolisés ou utilisés comme source d'énergie (carbone alimentaire). On admet que de tels composés, en cas d'inhalation, sont résorbés à 100 % dans l'organisme et se répartissent uniformément dans le corps par voie sanguine. Ils sont ensuite éliminés à raison de 1,7 % par l'urine avec une période biologique de 40 jours. Beaucoup de composés organiques marqués au carbone-14 ne sont pas résorbés dans l'organisme et sont éliminés principalement par voie urinaire avec des périodes biologiques de l'ordre de l'heure, voire du jour.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire, sauf pour le carbone alimentaire)

Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide.

Seuil de mesure: 200 Bq/l. Mesures journalières lorsque le seuil de mesure est dépassé. Une mesure d'incorporation est obligatoire lorsque le seuil de mesure est dépassé durant une semaine.

Mesure d'incorporation

Mesure par scintillation liquide de la concentration en carbone-14 de l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	1 semaine	T _{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	1 jour
--------------------	-----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure.

Lorsque la période biologique est sensiblement inférieure à 40 jours, on procède à un calcul de dose spécifique conformément à l'art. 40, al. 4.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv ^a /Bq]
	1	$4,3 \times 10^{-6}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$2,9 \times 10^{-6}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$2,9 \times 10^{-6}$
E_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$2,9 \times 10^{-6}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$3,0 \times 10^{-6}$
t : Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	$3,0 \times 10^{-6}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	7	$3,1 \times 10^{-6}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$3,5 \times 10^{-6}$
	30	$4,5 \times 10^{-6}$
	45	$5,8 \times 10^{-6}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u \cdot 3,5 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,60$

4. O-15

1. Métabolisme

En raison de sa courte durée de vie (période physique de 122.2 s), l'O-15 incorporé se désintègre dans le corps avant d'être éliminé. Le O-15 inhalé ou ingéré dépose principalement sa dose dans les poumons (inhalation) et/ou dans le tractus gastro-intestinal (ingestion). L'oxygène inhalé est exhalé à 80 %. Le reste atteint la circulation sanguine et se répartit dans le corps entier.

2. Méthodes de mesure

Surveillance (obligatoire)

Surveillance continue de l'air de la place de travail. Alarme lorsque la concentration de l'air dépasse les 4000 Bq/m³

Mesure de tri

Mesure du rayonnement direct avec un instrument de mesure du débit de dose placé devant l'estomac/abdomen après chaque alarme de la surveillance

Seuil de mesure: 0,1 µSv/h au niveau de l'estomac

Mesure d'incorporation

A cause de la courte période physique, une mesure d'incorporation n'est pas possible.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	lors d'alarmes	T _{mesure} :	–	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	----------------	-----------------------	---	--------------------------	---------------

4. Interprétation

Lors du dépassement du seuil de mesure, une enquête et une interprétation des résultats permettant de déterminer la dose effective engagée E₅₀, réalisées par un expert avec l'accord de l'autorité de surveillance, s'avèrent nécessaires.

5. F-18

1. Métabolisme

En raison de sa courte durée de vie (période physique de 109.77 min.), le F-18 se désintègre presque entièrement dans le corps avant d'être éliminé. Le F-18 inhalé ou ingéré dépose principalement sa dose dans les poumons (inhalation) et/ou dans le tractus gastro-intestinal (ingestion).

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure du rayonnement direct avec un instrument de mesure du débit de dose placé devant l'estomac ou l'abdomen, au minimum toutes les 4 heures.

Seuil de mesure: 0,1 μ Sv/h au niveau de l'estomac

Mesure d'incorporation

A cause de la courte période physique, une mesure d'incorporation n'est pas possible.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	4 heures	T _{mesure} :	–	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	----------	-----------------------	---	--------------------------	---------------

4. Interprétation

Lors du dépassement du seuil de mesure, une enquête et une interprétation des résultats permettant de déterminer la dose effective engagée E_{50} , réalisées par un expert avec l'accord de l'autorité de surveillance, s'avèrent nécessaires.

6. P-32

1. Métabolisme

Environ 70 % du phosphate inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez, le tube digestif (part de résorption $f_1 = 0,8$) et l'urine. Le phosphate qui atteint la circulation sanguine est résorbé à environ 70 % dans les tissus mous et les os. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique, de même que par l'élimination relativement rapide depuis les tissus mous par la voie urinaire (période: 19 jours).

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide

Seuil de mesure: 200 Bq/l

Mesure d'incorporation

Mesure par scintillation liquide de la concentration en phosphore-32 de l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	2 jours
-------------	----------	----------------	----------	--------------------------	---------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$0,011 \times 10^{-5}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,018 \times 10^{-5}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$0,029 \times 10^{-5}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,043 \times 10^{-5}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$0,056 \times 10^{-5}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,073 \times 10^{-5}$
	7	$0,090 \times 10^{-5}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,27 \times 10^{-5}$
	30	$0,92 \times 10^{-5}$
	45	$3,1 \times 10^{-5}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,09$

7. P-33

1. Métabolisme

Environ 70 % du phosphate inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez, le tube digestif (part de résorption $f_1 = 0,8$) et l'urine. Le phosphate qui atteint la circulation sanguine est résorbé à environ 70 % dans les tissus mous et les os. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique, de même que par l'élimination relativement rapide depuis les tissus mous par la voie urinaire (période: 19 jours).

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide.
Seuil de mesure: 200 Bq/l

Mesure d'incorporation
 Mesure par scintillation liquide de la concentration en phosphore-33 de l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	30 jours	T _{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	2 jours
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	---------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$0,049 \times 10^{-6}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,079 \times 10^{-6}$
C _u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$0,12 \times 10^{-6}$
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,18 \times 10^{-6}$
m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$0,23 \times 10^{-6}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	$0,28 \times 10^{-6}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	7	$0,34 \times 10^{-6}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,87 \times 10^{-6}$
	30	$2,2 \times 10^{-6}$
	45	$5,4 \times 10^{-6}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u \cdot 0,87 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,16$

8. S-35

1. Métabolisme

En cas d'inhalation, les composés inorganiques à base de soufre (classe d'absorption type M) sont rapidement éliminés à raison de 85 % via le nez, le tube digestif (taux de réabsorption $f_1 = 0,8$) et l'urine. La fraction qui atteint la circulation sanguine est seulement accumulée à raison de 20 % dans les tissus mous. La période biologique de cette composante est de 20 jours. Une faible fraction est accumulée à long terme et décroît avec la période physique de 87 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide.

Seuil de mesure: 150 Bq/l

Mesure d'incorporation

Mesure de l'activité de l'urine en Bq/l par scintillation liquide après extraction chimique (précipitation des sulfates)

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	60 jours	T _{mesure} :	60 jours	t _{événement} :	1 jour
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/l/Bq]
	1	$0,0070 \times 10^{-6}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,057 \times 10^{-6}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$0,42 \times 10^{-6}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,77 \times 10^{-6}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$0,81 \times 10^{-6}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,86 \times 10^{-6}$
	7	$0,91 \times 10^{-6}$
	15	$1,2 \times 10^{-6}$
Intervalle de surveillance T = 60 jours	30	$2,1 \times 10^{-6}$
	60	$5,7 \times 10^{-6}$
	90	14×10^{-6}

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 60 jours: $E_{50} = C_u \cdot 2,1 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,15$

9. Ca-45

1. Métabolisme

Environ 90 % du calcium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,3$). Le calcium qui atteint la circulation sanguine est résorbé dans les os et les tissus mous. Dans le cas du calcium-45, la période physique de 163 jours détermine chez l'adulte la durée de séjour dans les os. La période biologique détermine le séjour dans les tissus mous. A partir de là, le calcium est éliminé à part égale par l'urine et les selles.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide.
Seuil de mesure: 150 Bq/l

Mesure d'incorporation
 Mesure par scintillation liquide de la concentration en calcium-45 dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	30 jours	T _{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	2 jours
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	---------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,29 \times 10^{-6}$
C _u : Valeur de mesure en Bq/l	2	$0,63 \times 10^{-6}$
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,87 \times 10^{-6}$
m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	4	$1,1 \times 10^{-6}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$1,2 \times 10^{-6}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$1,5 \times 10^{-6}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	7	$1,6 \times 10^{-6}$
	15	$3,2 \times 10^{-6}$
	30	$8,1 \times 10^{-6}$
	45	17×10^{-6}

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours:
$$E_{50} = C_u \cdot 3,2 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,19$$

10. Cr-51

1. Métabolisme

Le métabolisme du chrome dépend de sa forme chimique (Cr III ou Cr VI). Comme on admet dans le modèle dosimétrique que les petites quantités de chrome-III inhalé sont oxydées en chrome-VI dans le poumon et que, d'autre part, le chrome-VI en circulation est réduit en chrome-III, les différences disparaissent presque complètement. 90 % du chrome inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,1$). Le chrome qui atteint la circulation sanguine est accumulé à 25 % à plus long terme dans le corps entier. Dans le cas du chrome-51, cette contribution est négligeable à cause de la période physique de 28 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique

Seuil de mesure: 120 000 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Cr-51 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	immédiatement
-------------	----------	----------------	----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,071 \times 10^{-9}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,13 \times 10^{-9}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$0,23 \times 10^{-9}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,31 \times 10^{-9}$
$m(t)$: Fraction de rétention	5	$0,37 \times 10^{-9}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,41 \times 10^{-9}$
	7	$0,45 \times 10^{-9}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,67 \times 10^{-9}$
	30	$1,2 \times 10^{-9}$
	45	$2,0 \times 10^{-9}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = M \cdot 0,67 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,34$

11. Fe-59

1. Métabolisme

Le fer inhalé (classe d'absorption type M) est résorbé à raison de 10 % par le corps, le reste étant éliminé en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,1$). L'activité résorbée est à 70 % incorporée dans l'hémoglobine, et le reste est accumulé dans d'autres organes. Une fois métabolisé, le fer est soigneusement retenu par le corps. Pour un contenu corporel d'environ 3,5 g, la quantité journalière excrétée n'est que de 0,6 mg. Ainsi c'est la période physique de 44,5 jours du fer-59 qui détermine sa durée de séjour dans l'organisme.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.

Seuil de mesure: 2500 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Fe-59 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} : 30 jours	T _{mesure} : 30 jours	t _{événement} : immédiatement
-----------------------------	--------------------------------	--

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E₅₀ = M · {e_{inh}/m(t)}	t [jour]	e _{inh} /m(t) [Sv/Bq]
	1	0,64 × 10 ⁻⁸
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	1,1 × 10 ⁻⁸
M: Valeur de mesure en Bq	3	1,8 × 10 ⁻⁸
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	2,3 × 10 ⁻⁸
m(t): Fraction de rétention	5	2,7 × 10 ⁻⁸
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	2,7 × 10 ⁻⁸
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	7	2,9 × 10 ⁻⁸
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	3,4 × 10 ⁻⁸
	30	4,4 × 10 ⁻⁸
	45	5,8 × 10 ⁻⁸
	60	7,4 × 10 ⁻⁸

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours : $E_{50} = M \cdot 3,4 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,59$

12. Co-57

1. Métabolisme

Le cobalt inhalé (classe d'absorption type S) est éliminé à 90% en quelques heures à quelques jours via le nez, le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,05$) et l'urine. Seulement 10% séjourne plus longtemps dans le corps, principalement dans les poumons. Dans le cas du cobalt-57, la durée de séjour de cette fraction est déterminée principalement par la période physique de 271 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.

Seuil de mesure: 25 000 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Co-57 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	180 jours	T _{mesure} :	180 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	-----------	-----------------------	-----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$1,22 \times 10^{-9}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$2,40 \times 10^{-9}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$4,29 \times 10^{-9}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$6,19 \times 10^{-9}$
m(t): Fraction de rétention	5	$7,58 \times 10^{-9}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$8,37 \times 10^{-9}$
	7	$8,78 \times 10^{-9}$
	15	$10,1 \times 10^{-9}$
	30	$12,0 \times 10^{-9}$
	60	$15,3 \times 10^{-9}$
Intervalle de surveillance T = 180 jours	90	$18,4 \times 10^{-9}$
	180	$27,5 \times 10^{-9}$
	270	$38,2 \times 10^{-9}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 180 jours:
$$E_{50} = M \cdot 1,84 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,48$$

13. Co-58

1. Métabolisme

Le cobalt inhalé (classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez, le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,05$) et l'urine. Seulement 10 % séjourne plus longtemps dans le corps, principalement dans les poumons. Dans le cas du cobalt-58, la durée de séjour de cette fraction est déterminée principalement par la période physique de 70,8 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.
Seuil de mesure: 2600 Bq

Mesure d'incorporation
 Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Co-58 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	30 jours	T _{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E₅₀ = M · {e_{inh}/m(t)}	t [jour]	e _{inh} /m(t) [Sv/Bq]
	1	0,35 × 10 ⁻⁸
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	0,68 × 10 ⁻⁸
M: Valeur de mesure en Bq	3	1,2 × 10 ⁻⁸
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	1,8 × 10 ⁻⁸
m(t): Fraction de rétention	5	2,2 × 10 ⁻⁸
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	2,5 × 10 ⁻⁸
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	7	2,6 × 10 ⁻⁸
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	3,2 × 10 ⁻⁸
	30	4,3 × 10 ⁻⁸
	45	5,3 × 10 ⁻⁸
	60	6,8 × 10 ⁻⁸
	90	10 × 10 ⁻⁸

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours:
$$E_{50} = M \cdot 3,2 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,60$$

14. Co-60

1. Métabolisme

Le cobalt inhalé (classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez, le tube digestif (taux de résorption $f_i = 0,05$) et l'urine. Seulement 10 % séjourne plus longtemps dans le corps, principalement dans les poumons. Dans le cas du cobalt-60, la durée de séjour de cette fraction est déterminée principalement, à cause de la longue période physique, par les mécanismes de clearance pulmonaire.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.

Seuil de mesure: 1200 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité en Co-60 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	180 jours	T _{mesure} :	180 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	-----------	-----------------------	-----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,35 \times 10^{-7}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,68 \times 10^{-7}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$1,2 \times 10^{-7}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$1,7 \times 10^{-7}$
m(t): Fraction de rétention	5	$2,1 \times 10^{-7}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$2,3 \times 10^{-7}$
	7	$2,5 \times 10^{-7}$
	15	$2,8 \times 10^{-7}$
	30	$3,1 \times 10^{-7}$
	60	$3,8 \times 10^{-7}$
Intervalle de surveillance T = 180 jours	90	$4,3 \times 10^{-7}$
	180	$5,3 \times 10^{-7}$
	270	$6,1 \times 10^{-7}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 180 jours: $E_{50} = M \cdot 4,3 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,70$

15. Zn-65

1. Métabolisme

Environ 90% du zinc inhalé (classe d'absorption type S) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,5$). La fraction restante qui atteint la circulation sanguine se répartit à 80% dans le corps entier et à 20% dans les os. L'activité se trouvant dans les os et 70% de l'activité accumulée dans le corps entier est éliminée avec une période biologique de 400 jours. Le reste est éliminé avec une période biologique de 20 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.

Seuil de mesure: 25 000 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Zn-65 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	180 jours	T _{mesure} :	180 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	-----------	-----------------------	-----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E₅₀ = M · {e_{inh}/m(t)}	t [jour]	e _{inh} /m(t) [Sv/Bq]
	1	5,19 × 10 ⁻⁹
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	7,39 × 10 ⁻⁹
M: Valeur de mesure en Bq	3	9,06 × 10 ⁻⁹
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	10,0 × 10 ⁻⁹
m(t): Fraction de rétention	5	10,4 × 10 ⁻⁹
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	10,7 × 10 ⁻⁹
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	7	10,9 × 10 ⁻⁹
	15	11,8 × 10 ⁻⁹
	30	13,5 × 10 ⁻⁹
Intervalle de surveillance T = 180 jours	90	19,4 × 10 ⁻⁹
	180	29,4 × 10 ⁻⁹
	270	43,4 × 10 ⁻⁹
	360	63,6 × 10 ⁻⁹

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 180 jours:
$$E_{50} = M \cdot 1,94 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,45$$

16. Ga-67

1. Métabolisme

Le gallium inhalé (hypothèse: oxyde; classe d'absorption type M) est éliminé en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_i = 0,001$). Le gallium qui atteint la circulation sanguine se répartit dans le corps entier. 30 % est très rapidement éliminé. Le reste est éliminé du corps avec une période biologique de 50 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.

Seuil de mesure: 5500 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Ga-67 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	7 jours	T _{mesure} :	7 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	---------	-----------------------	---------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh/m(t)}\}$		t	$e_{inh/m(t)}$
		[jour]	[Sv/Bq]
		1	$0,70 \times 10^{-9}$
		2	$1,65 \times 10^{-9}$
		3	$3,55 \times 10^{-9}$
Intervalle de surveillance T = 7 jours		4	$6,32 \times 10^{-9}$
		5	$9,49 \times 10^{-9}$
E ₅₀ :	Dose engagée durant 50 ans en Sv	6	$12,9 \times 10^{-9}$
M:	Valeur de mesure en Bq	7	$16,7 \times 10^{-9}$
e_{inh} :	Facteur de dose en Sv/Bq	8	$21,2 \times 10^{-9}$
m(t):	Fraction de rétention	9	$26,7 \times 10^{-9}$
t:	Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours	10	$33,3 \times 10^{-9}$
		14	$81,6 \times 10^{-9}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 7 jours:

$$E_{50} = M \cdot 3,55 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,11$$

17. Ga-68

1. Métabolisme

En raison de sa courte durée de vie (période physique de 68 min.), le Ga-68 se désintègre presque entièrement dans le corps avant d'être éliminé. Le Ga-68 inhalé ou ingéré dépose principalement sa dose dans les poumons (inhalation) et/ou dans le tractus gastro-intestinal (ingestion).

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure du rayonnement direct avec un instrument de mesure du débit de dose placé devant l'estomac ou l'abdomen, au minimum toutes les 4 heures.

Seuil de mesure: 0,1 μ Sv/h au niveau de l'estomac

Mesure d'incorporation

A cause de la courte période physique, une mesure d'incorporation n'est pas possible.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	4 heures	T _{mesure} :	--	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	----------	-----------------------	----	--------------------------	---------------

4. Interprétation

Lors du dépassement du seuil de mesure, une enquête et une interprétation des résultats permettant de déterminer la dose effective engagée E₅₀, réalisées par un expert avec l'accord de l'autorité de surveillance, s'avèrent nécessaires.

18. Sr-85

1. Métabolisme

Le strontium-85 inhalé (classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,01$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique du strontium-85. La faible quantité de strontium qui atteint la circulation sanguine est intégrée aux os ou est éliminée, principalement par voie urinaire.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.

Seuil de mesure: 6400 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité de Sr-85 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	immédiatement
-------------	----------	----------------	----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,13 \times 10^{-8}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,26 \times 10^{-8}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$0,49 \times 10^{-8}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,72 \times 10^{-8}$
m(t): Fraction de rétention	5	$0,90 \times 10^{-8}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$1,0 \times 10^{-8}$
	7	$1,1 \times 10^{-8}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$1,3 \times 10^{-8}$
	30	$1,7 \times 10^{-8}$
	45	$2,2 \times 10^{-8}$
	60	$2,8 \times 10^{-8}$
	90	$4,3 \times 10^{-8}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = M \cdot 1,3 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,59$

19. Sr-89

1. Métabolisme

Le strontium-89 inhalé (classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,01$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique du strontium-89. La faible quantité de strontium qui atteint la circulation sanguine est intégrée aux os ou est éliminée, principalement par voie urinaire.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide.
Seuil de mesure: 0,5 Bq/l

Mesure d'incorporation
 Mesure par scintillation liquide après séparation chimique de la concentration en Sr-89 dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	30 jours	T _{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	1 jour
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv-1/Bq]
	1	$0,0098 \times 10^{-3}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,024 \times 10^{-3}$
C _u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$0,037 \times 10^{-3}$
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,049 \times 10^{-3}$
m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$0,065 \times 10^{-3}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	$0,080 \times 10^{-3}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	7	$0,096 \times 10^{-3}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,26 \times 10^{-3}$
	30	$0,65 \times 10^{-3}$
	45	$1,5 \times 10^{-3}$
	60	$2,6 \times 10^{-3}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours:
$$E_{50} = C_u \cdot 0,26 \cdot 10^{-3} - E_{50}^a \cdot 0,17$$

20. Sr-90

1. Métabolisme

Le strontium-90 inhalé (classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,01$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour de cette fraction est déterminée, à cause de la longue période physique, par les mécanismes de clearance pulmonaire. Le strontium qui atteint la circulation sanguine est intégré aux os ou est éliminé, principalement par voie urinaire.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide.

Seuil de mesure: 0,05 Bq/l

Mesure d'incorporation

Mesure par scintillation liquide après séparation chimique de la concentration en Sr-90 dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	$t_{évènement}$:	1 jour
-------------	----------	----------------	----------	-------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/l/Bq]
	1	$0,13 \times 10^{-3}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,32 \times 10^{-3}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$0,49 \times 10^{-3}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,67 \times 10^{-3}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$0,83 \times 10^{-3}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,98 \times 10^{-3}$
	7	$1,2 \times 10^{-3}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$2,7 \times 10^{-3}$
	30	$6,0 \times 10^{-3}$
	45	11×10^{-3}
	60	16×10^{-3}

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours:
$$E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} - E_{50}^a \cdot 0,25$$

21. Y-90

1. Métabolisme

L'yttrium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0.0001$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique de 2,67 jours. La faible quantité d'yttrium qui atteint la circulation sanguine est déposée à long terme dans les os et le foie principalement (65 %) ou est éliminée directement par les excréta.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure de la contamination des mains après avoir retiré les gants à l'aide d'un moniteur de la contamination.

Seuil de mesure: 3 000 Bq sur 100 cm²

Mesure d'incorporation

Mesure par compteur proportionnel après séparation chimique de la concentration en Y-90 dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps entre l'événement et la 1re mesure

T_{tri} :	Après chaque application	T_{mesure} :	En cas de dépassement du seuil de mesure	$t_{évènement}$:	1 jour
-------------	--------------------------	----------------	--	-------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$9,48 \times 10^{-7}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$1,30 \times 10^{-5}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$1,01 \times 10^{-4}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$1,95 \times 10^{-4}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$2,64 \times 10^{-4}$
t : Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$3,48 \times 10^{-4}$
	7	$4,59 \times 10^{-4}$
	10	$1,05 \times 10^{-3}$
	15	$4,13 \times 10^{-3}$
	20	$1,63 \times 10^{-2}$
	30	$2,49 \times 10^{-1}$

22. Tc-99m

1. Métabolisme

Le technétium se fixe de façon active dans la thyroïde, les glandes salivaires, l'estomac et l'intestin. On admet que le reste de l'activité se répartit uniformément dans tout l'organisme. L'excrétion a lieu par les selles et l'urine (taux de résorption $f_i = 0,8$).

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure directe du rayonnement avec un instrument de mesure du débit de dose placé devant l'estomac ou la thyroïde.

Seuil de mesure: 1 $\mu\text{Sv/h}$

Mesure d'incorporation

Mesure de l'activité en technétium-99m à l'aide d'un anthropogammamètre.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	en fin de journée	T _{mesure} :	(en cas de dépassement du seuil de mesure)	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	-------------------	-----------------------	--	--------------------------	---------------

4. Interprétation

A cause de la courte période physique (6 h), une interprétation standard des résultats de mesure n'est pas possible. En situation normale, les incorporations (kBq) conduisent à de faibles doses (10^{-5} mSv). En cas d'accident ou lors du dépassement du seuil de mesure, une enquête et une interprétation ad hoc s'avèrent nécessaires.

23. In-111

1. Métabolisme

L'indium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_i = 0,02$). L'indium qui atteint la circulation sanguine se répartit relativement uniformément dans le corps entier. Il est supposé que cette fraction n'est plus éliminée. La durée de séjour de l'In-111 dans le corps est ainsi déterminée par la période physique de 2,8 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.
Seuil de mesure: 5000 Bq

Mesure d'incorporation
 Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité In-111 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	7 jours	T _{mesure} :	7 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	---------	-----------------------	---------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,80 \times 10^{-9}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$1,88 \times 10^{-9}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$3,99 \times 10^{-9}$
Intervalle de surveillance T = 7 jours	4	$6,97 \times 10^{-9}$
	5	$10,4 \times 10^{-9}$
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	6	$14,2 \times 10^{-9}$
m(t): Fraction de rétention	7	$18,7 \times 10^{-9}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	8	$24,2 \times 10^{-9}$
	9	$31,2 \times 10^{-9}$
	10	$40,1 \times 10^{-9}$
	14	109×10^{-9}

5. Interprétation en cas d'incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 7 jours:
$$E_{50} = M \cdot 3,99 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,10$$

24. I-123

1. Métabolisme

L'iode inhalé (classe d'absorption type F) est exhalé à 50 %. L'autre moitié atteint rapidement la circulation sanguine (taux de résorption $f_1 = 1$). De là environ 30 % est résorbé en 1 jour dans la glande thyroïde et 70 % est éliminé par voie urinaire. La période biologique dans la glande thyroïde est de 80 jours. La durée de séjour dans la thyroïde de l'iode-123 est ainsi déterminée par la période physique de 13,2 heures.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe de l'activité fixée dans la glande thyroïde avec un moniteur de contamination.

Seuil de mesure: 1400 Bq

Mesure de l'incorporation

Mesure à l'aide d'un moniteur thyroïdien de l'activité de I-123 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	en fin de journée (= 12 h)	T_{mesure} :	en cas de dépassement du seuil de mesure	t'événement:	6–12 h
--------------------	-------------------------------	-----------------------	---	--------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1/4	$0,0022 \times 10^{-6}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1/2	$0,0020 \times 10^{-6}$
M: Valeur de mesure en Bq	1	$0,0029 \times 10^{-6}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	1,5	$0,0052 \times 10^{-6}$
$m(t)$: Fraction de rétention	2	$0,010 \times 10^{-6}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	3	$0,034 \times 10^{-6}$
	4	$0,12 \times 10^{-6}$
	5	$0,44 \times 10^{-6}$
	6	$1,5 \times 10^{-6}$
	7	$5,5 \times 10^{-6}$

25. I-124

1. Métabolisme

L'iode inhalé (classe d'absorption type F) est exhalé à 50 %. L'autre moitié atteint rapidement la circulation sanguine (taux de résorption $f_1 = 1$). De là environ 30 % est résorbé en 1 jour dans la glande thyroïde et 70 % est éliminé par voie urinaire. La période biologique dans la glande thyroïde est de 80 jours. La durée de séjour dans la thyroïde de l'iode-124 est ainsi déterminée par la période physique de 4,2 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe de l'activité fixée dans la glande thyroïde avec un moniteur de contamination.
Seuil de mesure: 3 000 Bq

Mesure d'incorporation
 Mesure à l'aide d'un moniteur thyroïdien de l'activité I-124 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	7 jours	T _{mesure} :	14 jours	t _{événement} :	6–12 h
--------------------	---------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E₅₀ = M · {e_{inh}/m(t)}	t	e_{inh}/m(t)
	[jour]	[Sv/Bq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	0,56 × 10 ⁻⁷
M: Valeur de mesure en Bq	2	0,62 × 10 ⁻⁷
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	0,74 × 10 ⁻⁷
m(t): Fraction de rétention	4	0,88 × 10 ⁻⁷
	5	1,04 × 10 ⁻⁷
	6	1,24 × 10 ⁻⁷
	Intervalle de surveillance T = 14 jours	
	7	1,48 × 10 ⁻⁷
	10	2,49 × 10 ⁻⁷
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	14	5,00 × 10 ⁻⁷
	15	5,94 × 10 ⁻⁷
	21	14,1 × 10 ⁻⁷

5. Interprétation en cas d'incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 14 jours:
$$E_{50} = M \cdot 1.48 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,10$$

26. I-125

1. Métabolisme

L'iode inhalé (classe d'absorption type F) est exhalé à 50 %. L'autre moitié atteint rapidement la circulation sanguine (taux de résorption $f_1 = 1$). De là environ 30 % est résorbé en 1 jour dans la glande thyroïde et 70 % est éliminé par voie urinaire. La période biologique dans la glande thyroïde est de 80 jours et la période physique est de 60 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe de l'activité fixée dans la glande thyroïde avec un moniteur de contamination.

Seuil de mesure: 1300 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un moniteur thyroïdien de l'activité de I-125 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	30 jours	T _{mesure} :	90 jours	t _{événement} :	6–12 h
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,56 \times 10^{-7}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,52 \times 10^{-7}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$0,52 \times 10^{-7}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,56 \times 10^{-7}$
m(t): Fraction de rétention	5	$0,56 \times 10^{-7}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,56 \times 10^{-7}$
	7	$0,56 \times 10^{-7}$
	15	$0,66 \times 10^{-7}$
	30	$0,90 \times 10^{-7}$
Intervalle de surveillance T = 90 jours	45	$1,2 \times 10^{-7}$
	60	$1,6 \times 10^{-7}$
	90	$2,6 \times 10^{-7}$
	135	$6,1 \times 10^{-7}$

5. Interprétation en cas d'incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 90 jours: $E_{50} = M \cdot 1,2 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,20$

27. I-131

1. Métabolisme

L'iode inhalé (classe d'absorption type F) est exhalé à 50 %. L'autre moitié atteint rapidement la circulation sanguine (taux de résorption $f_1 = 1$). De là environ 30 % est résorbé en 1 jour dans la glande thyroïde et 70 % est éliminé par voie urinaire. La période biologique dans la glande thyroïde est de 80 jours. La durée de séjour de l'iode-131 dans la thyroïde est ainsi déterminée par sa période physique de 8 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe de l'activité fixée dans la glande thyroïde avec un moniteur de contamination.
Seuil de mesure: 2000 Bq
Mesure d'incorporation
 Mesure à l'aide d'un moniteur thyroïdien de l'activité de I-131 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	7 jours	T _{mesure} :	30 jours	t _{événement} :	6–12 h
--------------------	---------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E₅₀ = M · {e_{inh}/m(t)}	t [jour]	e _{inh} /m(t) [Sv/Bq]
	1	0,092×10 ⁻⁶
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	0,092×10 ⁻⁶
M: Valeur de mesure en Bq	3	0,10×10 ⁻⁶
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	0,11×10 ⁻⁶
m(t): Fraction de rétention	5	0,12×10 ⁻⁶
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	0,13×10 ⁻⁶
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	7	0,15×10 ⁻⁶
Intervalle de surveillance = 30 jours	15	0,31×10 ⁻⁶
	30	1,3×10 ⁻⁶
	45	5,2×10 ⁻⁶

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours:
$$E_{50} = M \cdot 0,31 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,06$$

28. Cs-134

1. Métabolisme

Le césium inhalé (classe d'absorption type F) est exhalé à 50 %. L'autre moitié atteint rapidement la circulation sanguine (taux de résorption $f_1 = 1$). Cette fraction se répartit uniformément dans le corps entier. 10 % de cette activité sont éliminés avec une période biologique de 2 jours, principalement par l'urine; les 90 % restants sont éliminés avec une période biologique de 110 jours chez les hommes et 70 jours chez les femmes. Pour la surveillance d'incorporation, on utilise la période correspondant au métabolisme masculin.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma avec un instrument de mesure de l'activité thoracique. Comme le césium passe rapidement du poumon dans le corps, on ne peut s'attendre à ce que cette mesure comprenne tout le césium inhalé. Ainsi on admet qu'elle ne compte que 50 % de l'activité incorporée.

Seuil de mesure: 6000 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité de Cs-134 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	180 jours	T_{mesure} :	180 jours	$t_{évènement}$:	immédiatement
-------------	-----------	----------------	-----------	-------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$0,16 \times 10^{-7}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,19 \times 10^{-7}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$0,21 \times 10^{-7}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$0,22 \times 10^{-7}$
$m(t)$: Fraction de rétention	5	$0,22 \times 10^{-7}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,23 \times 10^{-7}$
	7	$0,23 \times 10^{-7}$
	15	$0,25 \times 10^{-7}$
	30	$0,27 \times 10^{-7}$
	60	$0,34 \times 10^{-7}$
Intervalle de surveillance = 180 jours	90	$0,42 \times 10^{-7}$
	180	$0,80 \times 10^{-7}$
	270	$1,5 \times 10^{-7}$

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 180 jours: $E_{50} = M \cdot 0,42 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,28$

29. Cs-137

1. Métabolisme

Le césium inhalé (classe d'absorption type F) est exhalé à 50 %. L'autre moitié atteint rapidement la circulation sanguine (taux de résorption $f_1 = 1$). Cette fraction se répartit uniformément dans le corps entier. 10 % de cette activité sont éliminés avec une période biologique de 2 jours, principalement par l'urine; les 90 % restants sont éliminés avec une période biologique de 110 jours chez les hommes et 70 jours chez les femmes. Pour la surveillance d'incorporation, on utilise la période correspondant au métabolisme masculin.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe du rayonnement gamma avec un instrument de mesure de l'activité thoracique. Comme le césium passe rapidement du poumon dans le corps, on ne peut s'attendre à ce que cette mesure comprenne tout le césium inhalé. Ainsi on admet qu'elle ne compte que 50 % de l'activité incorporée.
Seuil de mesure: 9000 Bq

Mesure d'incorporation
 Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité de Cs-137 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	180 jours	T _{mesure} :	180 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	-----------	-----------------------	-----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E₅₀ = M · {e_{inh}/m(t)}	t	e_{inh}/m(t)
	[jour]	[Sv/Bq]
	1	1,1 × 10 ⁻⁸
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	1,3 × 10 ⁻⁸
M: Valeur de mesure en Bq	3	1,5 × 10 ⁻⁸
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	1,5 × 10 ⁻⁸
m(t): Fraction de rétention	5	1,6 × 10 ⁻⁸
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	1,6 × 10 ⁻⁸
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t=T/2	7	1,6 × 10 ⁻⁸
	15	1,7 × 10 ⁻⁸
	30	1,9 × 10 ⁻⁸
	60	2,2 × 10 ⁻⁸
Intervalle de surveillance = 180 jours	90	2,8 × 10 ⁻⁸
	180	4,8 × 10 ⁻⁸
	270	8,6 × 10 ⁻⁸

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 180 jours: $E_{50} = M \cdot 2,8 \cdot 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,33$

30. Sm-153

1. Métabolisme

Le samarium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0.0005$). La faible quantité de samarium qui atteint la circulation sanguine est déposée à 90 % dans les os et le foie avec une période biologique de 3500 ans. La durée de séjour du samarium-153 dans le corps est ainsi principalement déterminée par sa période physique de 46,7 heures.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure de la contamination des mains après avoir retiré les gants à l'aide d'un moniteur de la contamination.

Seuil de mesure: 3000 Bq sur 100 cm²

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Sm-153 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	Après chaque application.	T_{mesure} :	En cas de dépassement du seuil de mesure	$t_{évènement}$:	immédiatement
-------------	---------------------------	----------------	--	-------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$1,96 \times 10^{-9}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$5,31 \times 10^{-9}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$1,30 \times 10^{-8}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$2,61 \times 10^{-8}$
$m(t)$: Fraction de rétention	5	$4,42 \times 10^{-8}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$6,83 \times 10^{-8}$
	7	$1,01 \times 10^{-7}$
	10	$3,05 \times 10^{-7}$
	15	$1,87 \times 10^{-6}$
	20	$1,14 \times 10^{-5}$
	30	$4,22 \times 10^{-4}$

31. Er-169

1. Métabolisme

L'erbium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_i = 0,0005$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique de 9,4 jours. La faible quantité d'erbium qui atteint la circulation sanguine est déposée à 65 % dans les os et le foie ou est éliminée directement par les excréta.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure de la contamination des mains après avoir retiré les gants à l'aide d'un moniteur de la contamination.

Seuil de mesure: 10 000 Bq sur 100 cm²

Mesure d'incorporation

Mesure par compteur proportionnel après séparation chimique de la concentration du Er-169 dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	Après chaque application	T_{mesure} :	En cas de dépassement du seuil de mesure	$t_{\text{évènement}}$:	1 jour
--------------------	--------------------------	-----------------------	--	--------------------------	--------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
	1	$4,25 \times 10^{-7}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$4,75 \times 10^{-6}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$2,95 \times 10^{-5}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$4,60 \times 10^{-5}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$5,17 \times 10^{-5}$
t : Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$5,65 \times 10^{-5}$
	7	$6,16 \times 10^{-5}$
	10	$8,05 \times 10^{-5}$
	15	$1,24 \times 10^{-4}$
	20	$1,91 \times 10^{-4}$
	30	$4,47 \times 10^{-4}$

32. Lu-177

1. Métabolisme

Le lutétium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0.0005$) La faible quantité de lutétium qui atteint la circulation sanguine est déposée à env. 62 % dans l'organisme (principalement les os) avec une période biologique de 3500 ans. Le reste est éliminé à part égale par les selles et l'urine. La durée de séjour du lutétium dans le corps est ainsi principalement déterminée par sa période physique de 6,7 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure de la contamination des mains après avoir retiré les gants à l'aide d'un moniteur de la contamination.

Seuil de mesure: 3000 Bq sur 100 cm²

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Lu-177 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	Après chaque application	T _{mesure} :	En cas de dépassement du seuil de mesure	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	--------------------------	-----------------------	--	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$3,48 \times 10^{-9}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$7,63 \times 10^{-9}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$1,56 \times 10^{-8}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$2,58 \times 10^{-8}$
m(t): Fraction de rétention	5	$3,57 \times 10^{-8}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours. Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$4,38 \times 10^{-8}$
	7	$5,08 \times 10^{-8}$
	10	$7,27 \times 10^{-8}$
	15	$1,27 \times 10^{-7}$
	20	$2,23 \times 10^{-7}$
	30	$6,75 \times 10^{-7}$

33. Re-186

1. Métabolisme

Le rhénium inhalé (classe d'absorption type M) se fixe de façon active dans la thyroïde, l'estomac, le foie et les intestins. On admet que le reste de l'activité se répartit uniformément dans tout l'organisme. Environ 70 % du rhénium est éliminé à part égale par les selles et l'urine avec une période biologique de 1,6 jour (taux de résorption $f_i = 0,8$).

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure de la contamination des mains après avoir retiré les gants à l'aide d'un moniteur de la contamination.
Seuil de mesure: 3000 Bq sur 100 cm²

Mesure d'incorporation
 Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Re-186 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	Après chaque application	T _{mesure} :	En cas de dépassement du seuil de mesure	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	--------------------------	-----------------------	--	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E₅₀ = M · {e_{inh}/m(t)}	t	e _{inh} /m(t)
	[jour]	[Sv/Bq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	2,74 × 10 ⁻⁹
M: Valeur de mesure en Bq	2	4,90 × 10 ⁻⁹
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	8,22 × 10 ⁻⁹
m(t): Fraction de rétention	4	1,30 × 10 ⁻⁸
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	1,94 × 10 ⁻⁸
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	6	2,80 × 10 ⁻⁸
	7	3,90 × 10 ⁻⁸
	10	9,09 × 10 ⁻⁸
	15	2,89 × 10 ⁻⁷
	20	8,28 × 10 ⁻⁷
	30	6,22 × 10 ⁻⁶

34. Re-188

1. Métabolisme

Le rhénium inhalé (classe d'absorption type M) se fixe de façon active dans la thyroïde, l'estomac, le foie et les intestins. On admet que le reste de l'activité se répartit uniformément dans tout l'organisme. Environ 70 % du rhénium est éliminé à part égale par les selles et l'urine avec une période biologique de 1,6 jour (taux de résorption $f_1 = 0,8$).

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure de la contamination des mains après avoir retiré les gants à l'aide d'un moniteur de la contamination.

Seuil de mesure: 3000 Bq sur 100 cm²

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Re-188 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	Après chaque application	T _{mesure} :	En cas de dépassement du seuil de mesure	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	--------------------------	-----------------------	--	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	$3,75 \times 10^{-9}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$1,49 \times 10^{-8}$
M: Valeur de mesure en Bq	3	$5,53 \times 10^{-8}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$1,93 \times 10^{-7}$
m(t): Fraction de rétention	5	$6,43 \times 10^{-7}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	$2,06 \times 10^{-6}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	7	$6,33 \times 10^{-6}$
	10	$1,61 \times 10^{-4}$
	15	$2,75 \times 10^{-2}$

35. Tl-201

1. Métabolisme

Le thallium inhalé (classe d'absorption type F) est exhalé à 50 %. L'autre moitié atteint rapidement la circulation sanguine (taux de résorption $f_1 = 1$). Cette fraction se répartit à 97 % uniformément dans le corps entier, et 3 % vont dans les reins. Le thallium est éliminé avec une période biologique de 10 jours.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri
 Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.
Seuil de mesure: 55 000 Bq

Mesure d'incorporation
 Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Tl-201 M en Bq.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} : 14 jours	T _{mesure} : 14 jours	t _{événement} : immédiatement
-----------------------------	--------------------------------	--

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E₅₀ = M · {e_{inh}/m(t)}	t [jour]	e _{inh} /m(t) [Sv/Bq]
	1	0,16 × 10 ⁻⁹
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	0,25 × 10 ⁻⁹
M: Valeur de mesure en Bq	3	0,35 × 10 ⁻⁹
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	0,48 × 10 ⁻⁹
m(t): Fraction de rétention	5	0,66 × 10 ⁻⁹
	6	0,89 × 10 ⁻⁹
Intervalle de surveillance = 14 jours	7	1,19 × 10 ⁻⁹
	8	1,61 × 10 ⁻⁹
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	9	2,16 × 10 ⁻⁹
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t=T/2	10	2,91 × 10 ⁻⁹
	14	9,55 × 10 ⁻⁹
	21	56,7 × 10 ⁻⁹

36. Ra-226

1. Métabolisme

Le radium inhalé (classe d'absorption type M) est éliminé en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,2$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour dans les poumons est déterminée par les mécanismes de clearance pulmonaire. Le radium qui atteint la circulation sanguine est d'abord déposé dans les os.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure de la concentration des émetteurs- α de l'air de la place de travail.

Seuil de mesure: 380 Bq h/m³ (valeur intégrée sur une année)

Mesure d'incorporation

Mesure de la concentration de radium-226 et des filles dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	–	T _{mesure} :	180 jours	T _{événement} :	immédiatement
--------------------	---	-----------------------	-----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv-1/Bq]
	1	$0,20 \times 10^{-2}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	$0,99 \times 10^{-2}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	3	$1,50 \times 10^{-2}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	4	$2,11 \times 10^{-2}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹	5	$2,93 \times 10^{-2}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	6	$4,03 \times 10^{-2}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	7	$5,42 \times 10^{-2}$
	15	$17,6 \times 10^{-2}$
	30	$32,6 \times 10^{-2}$
	60	$48,8 \times 10^{-2}$
Intervalle de surveillance = 180 jours	90	$68,8 \times 10^{-2}$
	180	151×10^{-2}
	270	275×10^{-2}

5. Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 180 jours: $E_{50} = M \cdot 6,9 \cdot 10^{-1} - E_{50}^a \cdot 0,25$

37. Th-232

1. Métabolisme

Le thorium-232 inhalé (hypothèse: oxyde ou hydroxyde, classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 2 \times 10^{-4}$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour dans les poumons est déterminée, à cause de la longue période physique, par les mécanismes de clearance pulmonaire. Le thorium qui atteint la circulation sanguine est principalement déposé à long terme dans les os, la moelle osseuse recevant cependant aussi une dose relativement élevée à cause de la restructuration osseuse continue.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)
 Mesure de la concentration en thorium-232 de l'air de la place de travail (surveillance de l'air ambiant).
Seuil de mesure: 70 Bq·h/m³ (valeur intégrée sur une année)
 En cas de dépassement du seuil de mesure, on collecte et on mesure les selles et les urines des 3 premiers jours. Si la mesure est supérieure à 10 fois le seuil de mesure, on effectue aussi une mesure à l'anthropogammamètre.
 En complément aux mesures de tri, on effectue chaque année une mesure de la concentration en thorium-232 dans l'urine C_U en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	-	T _{mesure} :	360 jours
		t _{événement} :	immédiatement

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure.

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

	t [jour]	Urine e _{inh} /m(t) [Sv·l/Bq]	Selles e _{inh} /m(t) [Sv·j/Bq]	Corps entier e _{inh} /m(t) [Sv/Bq]
E₅₀ = C_u·{e_{inh}/m(t)} lors de la mesure d'urine	1	1,3	0,011×10 ⁻²	0,24×10 ⁻⁴
E₅₀ = M_s·{e_{inh}/m(t)} lors de la mesure des selles	2	5,1	0,0075×10 ⁻²	0,48×10 ⁻⁴
E₅₀ = M·{e_{inh}/m(t)} lors de la mesure du corps entier	3	8,8	0,014×10 ⁻²	0,86×10 ⁻⁴
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	4	11	0,034×10 ⁻²	1,3×10 ⁻⁴
C _u : Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)	5	12	0,086×10 ⁻²	1,6×10 ⁻⁴
M _s : Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)	6	13	0,21×10 ⁻²	1,8×10 ⁻⁴
M: Valeur de mesure en Bq (mesure du corps entier)	7	15	0,48×10 ⁻²	1,9×10 ⁻⁴
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	15	22	2,4×10 ⁻²	2,1×10 ⁻⁴
m(t): Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹ ou dans les selles en j ⁻¹ ou rétention du corps entier.	30	28	3,4×10 ⁻²	2,4×10 ⁻⁴
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	45	34	4,8×10 ⁻²	2,6×10 ⁻⁴
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2.	90	44	11×10 ⁻²	3,1×10 ⁻⁴
	180	53	32×10 ⁻²	3,6×10 ⁻⁴

38. U-235

1. Métabolisme

L'uranium inhalé (hypothèse: oxyde; classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 2 \times 10^{-3}$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour dans les poumons est déterminée par les mécanismes de clearance pulmonaire. L'uranium qui atteint la circulation sanguine est éliminé assez efficacement par les reins. La dose pulmonaire domine; la rétention osseuse est de peu d'importance. Dans le cas de composés solubles, tels que UF₆, il faut aussi faire attention à la toxicité chimique.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure de la concentration en uranium-235 de l'air de la place de travail (surveillance de l'air ambiant).

Seuil de mesure: 140 Bq·h/m³ (valeur intégrée sur une année)

En cas de dépassement du seuil de mesure, on collecte et on mesure les selles et les urines des 3 premiers jours.

Mesure d'incorporation

Mesure de la concentration en uranium-235 dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	–	T _{mesure} :	90 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	---	-----------------------	----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure.

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_s \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Selles $e_{inh}/m(t)$ [Sv·j/Bq]
	1	0,012	$0,055 \times 10^{-3}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	0,19	$0,038 \times 10^{-3}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)	3	0,33	$0,073 \times 10^{-3}$
M_s : Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)	4	0,36	$0,17 \times 10^{-3}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	5	0,39	$0,44 \times 10^{-3}$
$m(t)$: Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹ ou dans les selles en j ⁻¹	6	0,43	$1,1 \times 10^{-3}$
	7	0,45	$2,4 \times 10^{-3}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	15	0,71	12×10^{-3}
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	30	1,1	17×10^{-3}
	45	1,4	24×10^{-3}
	90	2,0	55×10^{-3}
	180	2,6	165×10^{-3}

39. U-238

1. Métabolisme

L'uranium inhalé (hypothèse: oxyde; classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 2 \times 10^{-3}$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour dans les poumons est déterminée par les mécanismes de clearance pulmonaire. L'uranium qui atteint la circulation sanguine est éliminé assez efficacement par les reins. La dose pulmonaire domine; la rétention osseuse est de peu d'importance. Dans le cas de composés solubles, tels que UF₆, il faut aussi faire attention à la toxicité chimique.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure de la concentration en uranium-238 de l'air de la place de travail (surveillance de l'air ambiant).

Seuil de mesure: 150 Bq·h/m³ (valeur intégrée sur une année)

En cas de dépassement du seuil de mesure, on collecte et on mesure les selles et les urines des 3 premiers jours.

Mesure d'incorporation

Mesure de la concentration en l'uranium-238 dans l'urine C_U en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	–	T _{mesure} :	90 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	---	-----------------------	----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure.

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

$E_{50} = C_U \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ $E_{50} = M_S \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Selles $e_{inh}/m(t)$ [Sv·j/Bq]
	1	0,011	$0,052 \times 10^{-3}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	0,18	$0,036 \times 10^{-3}$
C _U : Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)	3	0,31	$0,068 \times 10^{-3}$
M _S : Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)	4	0,33	$0,16 \times 10^{-3}$
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	5	0,36	$0,41 \times 10^{-3}$
m(t): Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹ ou dans les selles en j ⁻¹	6	0,40	$1,0 \times 10^{-3}$
	7	0,42	$2,3 \times 10^{-3}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	15	0,67	12×10^{-3}
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	30	1,0	16×10^{-3}
	45	1,3	23×10^{-3}
	90	1,9	52×10^{-3}
	180	2,4	154×10^{-3}

40. Np-237

1. Métabolisme

Le neptunium inhalé (hypothèse: classe d'absorption type M) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 5 \times 10^{-4}$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour relativement courte dans les poumons est déterminée par les mécanismes de clearance pulmonaire. Le neptunium qui atteint la circulation sanguine est déposé à long terme dans les os et le foie. La moelle osseuse et les cellules germinales reçoivent aussi des doses relativement élevées. Lorsque la clearance pulmonaire est avancée, l'élimination a lieu principalement par voie urinaire.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure de la concentration en neptunium-237 de l'air de la place de travail (surveillance de l'air respiré).

Seuil de mesure: 60 Bq/h/m³ (valeur intégrée sur une année)

En cas de dépassement du seuil de mesure, on collecte et on mesure les selles et les urines des 3 premiers jours.

Mesure d'incorporation

Mesure de la concentration en neptunium-237 dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	–	T _{mesure} :	90 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	---	-----------------------	----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure.

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

	t [jour]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Selles $e_{inh}/m(t)$ [Sv·j/Bq]	Poumons $e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ lors de la mesure d'urine	1	$3,4 \times 10^{-3}$	$0,014 \times 10^{-2}$	$2,6 \times 10^{-4}$
$E_{50} = M_s \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ lors de la mesure des selles	2	$1,6 \times 10^{-2}$	$0,010 \times 10^{-2}$	$2,7 \times 10^{-4}$
$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ lors de la mesure des poumons	3	$3,0 \times 10^{-2}$	$0,019 \times 10^{-2}$	$2,7 \times 10^{-4}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	4	$4,4 \times 10^{-2}$	$0,045 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)	5	$6,2 \times 10^{-2}$	$0,12 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
M_s : Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)	6	$8,1 \times 10^{-2}$	$0,28 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-4}$
M: Valeur de mesure en Bq (mesure des poumons)	7	0,11	$0,65 \times 10^{-2}$	$2,9 \times 10^{-4}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	15	0,21	$3,6 \times 10^{-2}$	$3,3 \times 10^{-4}$
$m(t)$: Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹ ou dans les selles en j ⁻¹ ou rétention dans les poumons	30	0,27	$5,4 \times 10^{-2}$	$3,9 \times 10^{-4}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	45	0,32	$7,9 \times 10^{-2}$	$4,5 \times 10^{-4}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	90	0,48	0,23	$6,8 \times 10^{-4}$
	180	0,78	1,0	13×10^{-4}

41. Pu-239

1. Métabolisme

Le plutonium inhalé (hypothèse: oxyde; classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 1 \times 10^{-5}$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour dans les poumons est déterminée par les mécanismes de clearance pulmonaire. Le plutonium qui atteint la circulation sanguine est déposé à long terme dans le foie et les os, la moelle osseuse recevant cependant aussi une dose relativement élevée à cause de la restructuration osseuse continue.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)
 Mesure de la concentration en plutonium-239 de l'air de la place de travail (surveillance de l'air respiré).
Seuil de mesure: 100 Bq·h/m³ (valeur intégrée sur une année)
 En cas de dépassement du seuil de mesure, on collecte et on mesure les selles et les urines des 3 premiers jours.
 En complément aux mesures de tri on effectue chaque année une mesure de la concentration en plutonium-239 dans l'urine C_U .

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	-	T _{mesure} :	360 jours	t _{événement} :	immédiatement
--------------------	---	-----------------------	-----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure.

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

	t [jour]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Selles $e_{inh}/m(t)$ [Sv·j/Bq]
$E_{50} = C_U \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ lors de la mesure d'urine $E_{50} = M_S \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ lors de la mesure des selles	1	5,1	$0,0075 \times 10^{-2}$
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	8,3	$0,0052 \times 10^{-2}$
C _U : Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)	3	14	$0,0099 \times 10^{-2}$
M _S : Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)	4	20	$0,024 \times 10^{-2}$
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	5	26	$0,059 \times 10^{-2}$
m(t): Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹ ou dans les selles en j ⁻¹	6	31	$0,15 \times 10^{-2}$
	7	37	$0,33 \times 10^{-2}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	15	61	$1,7 \times 10^{-2}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	30	68	$2,4 \times 10^{-2}$
	45	68	$3,3 \times 10^{-2}$
	90	73	$7,5 \times 10^{-2}$
	180	73	22×10^{-2}

42. Am-241

1. Métabolisme

L'américium inhalé (tous les composés; hypothèse: classe d'absorption type M) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 5 \times 10^{-4}$). Environ 5 % reste à plus long terme dans les poumons. La durée de séjour relativement courte dans les poumons est déterminée par les mécanismes de clearance pulmonaire. L'américium qui atteint la circulation sanguine est déposé à long terme dans les os et le foie. La moelle osseuse et les cellules germinales reçoivent aussi des doses relativement élevées. Lorsque la clearance pulmonaire est avancée, l'élimination a lieu principalement par voie urinaire.

2. Méthodes de mesure

Mesure de tri

Mesure de la concentration en américium-241 de l'air de la place de travail (surveillance de l'air respiré).

Seuil de mesure: 30 Bq·h/m³ (valeur intégrée sur une année)

En cas de dépassement du seuil de mesure, on collecte et on mesure les selles et les urines des 3 premiers jours. Si la mesure est supérieure à 10 fois le seuil de mesure, on détermine aussi l'activité dans les poumons à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.

Mesure d'incorporation

Mesure de la concentration en américium-241 dans l'urine C_u en Bq/l.

3. Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	–	T_{mesure} :	90 jours	t _{événement} :	immédiatement
-------------	---	----------------	----------	--------------------------	---------------

4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure.

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ lors de la mesure d'urine $E_{50} = M_s \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ lors de la mesure des selles $E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ lors de la mesure des poumons	t [jour]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Selles $e_{inh}/m(t)$ [Sv·j/Bq]	Poumons $e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
	1	0,021	$0,025 \times 10^{-2}$	$4,7 \times 10^{-4}$
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	2	0,16	$0,018 \times 10^{-2}$	$4,8 \times 10^{-4}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)	3	0,29	$0,034 \times 10^{-2}$	$4,9 \times 10^{-4}$
M_s : Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)	4	0,42	$0,082 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-4}$
M: Valeur de mesure en Bq (mesure des poumons)	5	0,53	$0,21 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^{-4}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	6	0,60	$0,51 \times 10^{-2}$	$5,1 \times 10^{-4}$
$m(t)$: Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l ⁻¹ ou dans les selles en j ⁻¹ ou rétention dans les poumons	7	0,65	$1,2 \times 10^{-2}$	$5,2 \times 10^{-4}$
	15	0,97	$6,4 \times 10^{-2}$	$5,9 \times 10^{-4}$
	30	1,5	$9,6 \times 10^{-2}$	$7,1 \times 10^{-4}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	45	1,8	14×10^{-2}	$8,2 \times 10^{-4}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	90	2,4	41×10^{-2}	12×10^{-4}
	180	3,4	159×10^{-2}	23×10^{-4}

Explications concernant les fiches spécifiques

Les fiches spécifiques aux radionucléides sont établies selon un schéma unifié. Chaque fiche comprend cinq parties. Dans la première, un aperçu du métabolisme de la substance est donné. Les méthodes de mesure d'incorporation et de tri sont indiquées dans la seconde partie. Lorsque le seuil de mesure n'est pas dépassé, on peut admettre en général que la dose effective annuelle engagée ne dépasse pas 1 mSv. Dans la partie suivante, les intervalles de surveillance sont indiqués. Les deux derniers paragraphes permettent l'interprétation des résultats de mesure selon l'annexe 9.

Références:	1. Métabolisme:	ICRP 30 ¹ , ICRP 78
	2. m(t):	ICRP 78, BfS ²
	3. e _{inh} :	ICRP 68 (identique au BSS ³ et à la directive 96/29/Euratom ⁴)

¹ International Commission on Radiological Protection, www.icrp.org

² Deutsches Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de

³ International Atomic Energy Agency (IAEA): International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (1996), Safety Series No. 115, www.iaea.org.

⁴ Directive 96/29/Euratom du Conseil du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants, JOCE No L 159 du 29 juin 1996, p. 1 ss.
