Ordonnance sur les déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison

Modification du Projet pour l'audition

Le Département fédéral de l'intérieur,
vu l'art. 132, al. 4, de l'ordonnance du ... sur la radioprotection[1] (ORap),
arrête :

I

L'ordonnance du 3 septembre 2002 sur les déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison[2] est modifiée comme suit:

Titre
Ordonnance du DFI sur les déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison

Art. 1, let. d

Dans la présente ordonnance sont réputés:

d. *traitement* : mesures prises dans l'entreprise qui livre des déchets pour garantir le respect des prescriptions concernant le transport de marchandises dangereuses, conformément à l'Accord européen du 30 septembre 1957 relatif au transport international des marchandises dangereuses par route[3] (ADR) et à l'ordonnance du 29 novembre 2002 relative au transport des marchandises dangereuses par route[4] (SDR), ainsi que pour assurer la sécurité lors du traitement ultérieur par l'IPS en vue de l'entreposage.

Art. 2, titre et al. 4

Séparation et traitement

[4] Lors de travaux de conditionnement, dans l'entreprise qui livre des déchets, dans le but de préparer ceux-ci, selon l'article 54 de l'ordonnance du 10 décembre 2004

RS **814.557**
1 RS **814.501**
2 RS **814.557**
3 RS **0.741.621** (les annexes à l'ADR ne sont publiées ni dans le RO ni dans le RS. Les publications à part, y c. les modifications, peuvent être commandées auprès de l'Office fédéral des constructions et de la logistique, Vente des publications fédérales, 3003 Berne).
4 RS **741.621** (les annexes à la SDR ne sont publiées ni dans le RO ni dans le RS. Les publications à part, y c. les modifications, peuvent être commandées auprès de l'Office fédéral des constructions et de la logistique, Vente des publications fédérales, 3003 Berne).

sur l'énergie nucléaire[5], à leur entreposage ou leur dépôt en couches géologiques profondes, les dispositions techniques de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) sont applicables.

Art. 4, al. 1
[1] Pour la livraison à l'IPS, il convient d'utiliser en règle générale comme emballage des fûts de 35, 100 ou 200 l qui peuvent être fermés et plombés.

Art. 5 al. 2, première phrase
Ne concerne que le texte allemand

Art. 7 Abs. 1
Ne concerne que le texte allemand

Art. 8
Pour la réception, l'emmagasinage, le traitement, l'entreposage et le dépôt en couches géologiques profondes des déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison, l'OFSP perçoit des émoluments pour les frais occasionnés, conformément à l'ordonnance du ... sur les émoluments perçus dans le domaine de la radioprotection[6].
[2] L'OFSP indemnise les frais de l'IPS.

II

La nouvelle version de l'annexe est donnée dans le document joint.

III

La présente modification entre en vigueur le …

… Département fédéral de l'intérieur:

Alain Berset

[5] RS **814.557**
[6] RS **814.56**

Annexe
(Art. 2, al. 2)

Sortes et classes de déchets radioactifs

Sorte	Radionucléide
A	Ra-226
B	Am-241
C	tous les autres émetteurs α
D	H-3
E	C-14
F	émetteurs β/γ
G	sources de neutrons

Classe	Type de déchet
1	gazeux
2	liquide, organique
3	liquide, aqueux
4	solide, organique
5	métallique
6	autres matières solides
7	solide, mélangé
8	boues
9	marchandise encombrante
10	biologique (infectieux, putrescible, etc.)
11	sources scellées selon ORaP

Ordonnance du DFI sur les formations, les formations continues et les activités autorisées en matière de radioprotection

(Ordonnance sur la formation en radioprotection)

du … Projet pour l'audition

Le Département fédéral de l'intérieur (DFI), en accord avec l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) et le Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS),

vu les art. 11, al. 2, 12, al. 2 et 17 à 20 de l'ordonnance du … sur la radioprotection (ORaP)[1],

arrête:

Section 1 Dispositions générales

Art. 1 Objet et exclusion du champ d'application

[1] La présente ordonnance régit:

a. les objectifs, les exigences et l'étendue de la formation et de la formation continue en radioprotection;

b. les compétences et les connaissances à acquérir pour les personnes visées à l'art. 9 ORaP;

c. les formations et les formations continues soumises à l'obligation de reconnaissance au sens des art. 11 à 20 ORaP;

d. les conditions de la reconnaissance des formations et des formations continues visées à la let. c;

e. le contenu des examens et la procédure d'examen;

f. les activités autorisées dans le domaine de la radioprotection pour les personnes disposant de formations et de formations continues soumises à l'obligation de reconnaissance;

g. la formation et la formation continue des personnes qui peuvent manipuler des rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité au sein d'autorités, d'administrations, de la protection de la population, de l'armée ainsi que d'organisations et d'entreprises exploitant des infrastructures critiques ou des services publics;

h. l'instruction des personnes astreintes au sens de l'art. 154 ORaP: à l'annexe 5.

RS .....

1 RS **814.501**

2 L'objet visé à l'al. 1 est régi:

a. pour les médecins et les chiropraticiens: à l'annexe 1;

b. pour les autres professions médicales et le commerce dans la médecine: à l'annexe 2;

c. pour les activités dans le domaine des installations nucléaires: à l'annexe 3;

d. pour les activités dans les domaines de l'industrie, de l'artisanat, de l'enseignement, de la recherche et du transport: à l'annexe 4;

e. pour les personnes qui peuvent manipuler des rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité au sein d'autorités, d'administrations, de la protection de la population, de l'armée ainsi que d'organisations et d'entreprises exploitant des infrastructures critiques ou des services publics ainsi que pour les personnes astreintes au sens de l'art. 154 ORaP: à l'annexe 5.

3 N'est pas soumise au champ d'application de la présente ordonnance la formation du personnel des installations nucléaires au sens des art. 2 à 4, 6 à 8, 14 à 17, 19 et 20 de l'ordonnance du 9 juin 2006[2] sur les qualifications du personnel des installations nucléaires; l'ordonnance précitée s'applique à la formation de ces personnes.

Art. 2 Objectifs de la formation et de la formation continue

1 La formation doit garantir que les personnes visées à l'art. 9 ORaP:

a. sont informées sur les risques sanitaires de l'exposition aux radiations;

b. connaissent les règles fondamentales de la radioprotection;

c. maîtrisent une technique de travail appropriée;

d. peuvent appliquer les prescriptions de radioprotection en vigueur pour l'activité correspondante;

e. connaissent les risques d'une exposition aux radiations qui peuvent découler d'un mauvais comportement;

f. disposent de connaissances approfondies de la législation sur la radioprotection et des tâches de radioprotection spécifiques si elles assument la fonction d'expert au sens de l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP.

2 La formation continue doit, sauf disposition contraire de la présente ordonnance, être suivie tous les cinq ans. Elle doit garantir le maintien et l'actualisation des compétences.

2 RS **732.143.1**

Section 2
Reconnaissance des formations et des formations continues

Art. 3 Reconnaissance des cycles et des formations individuelles

1 Les cycles de formation au sens de l'art. 13 ORaP et les formations individuelles au sens de l'art. 15 ORaP sont reconnus par une autorité de reconnaissance. Ils le sont s'ils satisfont aux exigences visées aux tableaux 2 et 3 des annexes.

2 Les cycles de formation continue au sens de l'art. 13 ORaP et les formations continues individuelles au sens de l'art. 15 ORaP sont reconnus s'ils satisfont aux exigences visées au tableau 3 des annexes.

3 La formation individuelle qu'une personne a acquise à l'étranger ou pour une autre activité est reconnue comme équivalente par l'autorité compétente au sens de l'art. 6 si elle satisfait aux exigences visées aux tableaux 2 et 3 des annexes.

4 L'autorité de reconnaissance fixe la façon d'apporter la preuve de la formation continue.

Art. 4 Durée de validité

La reconnaissance d'un cycle de formation ou de formation continue est valable dix ans.

Art. 5 Condition pour l'exercice d'une activité autorisée

1 Les activités autorisées ne peuvent être exercées que si la preuve nécessaire de la formation continue est apportée.

2 Pour les personnes qui n'apportent pas la preuve nécessaire de la formation continue, l'autorité de reconnaissance fixe dans quel délai le devoir de formation continue doit être rempli.

Art. 6 Procédure

1 Les établissements qui souhaitent proposer des cycles de formation ou de formation continue en radioprotection soumis à l'obligation de reconnaissance et les personnes qui souhaitent faire reconnaître leur formation ou leur formation continue individuelles doivent présenter une demande de reconnaissance à l'autorité de reconnaissance compétente.

2 L'autorité de reconnaissance compétente reconnaît le cycle et la formation ou la formation continue individuelles lorsque les exigences fixées aux tableaux 2 et 3 des annexes sont remplies.

Art. 7 Contenu de la demande de reconnaissance pour les cycles de formation et de formation continue

1 La demande de reconnaissance présentée par un établissement de formation ou de formation continue doit apporter la preuve:

a. que l'enseignement couvre l'acquisition des compétences et les contenus de la formation ou de la formation continue visés aux annexes 1 à 5;

b. que la qualification du corps enseignant est suffisante pour transmettre de manière correcte du point de vue technique et adéquate du point de vue didactique le contenu de l'enseignement théorique et pratique;

c. que les locaux destinés aux cours sont adaptés aux exigences des cycles de formation ou de formation continue, et que les équipements correspondent à l'état actuel de la technique;

d. que la procédure d'examen inclut les points suivants pour les cycles de formation:
   1. les conditions d'admission à l'examen,
   2. les critères pour sa réussite,
   3. les critères pour sa répétition;

e. qu'une liste d'exemples de questions d'examen est disponible pour les cycles de formation;

f. que les membres de la commission d'examen sont suffisamment qualifiés;

g. que la qualité des cycles est régulièrement contrôlée en interne dans l'optique d'une amélioration permanente.

2 Si l'établissement de formation est certifié par un service accrédité, les aspects administratifs, didactiques et organisationnels visés à l'al. 1 sont présumés remplis; en ce cas, les preuves correspondantes ne doivent pas être fournies.

3 La demande doit désigner une personne responsable de la formation ou de la formation continue.

4 Aucun examen n'est exigé pour les cycles de formation continue, mais la participation à un tel cycle doit être contrôlée. La demande doit indiquer comment elle l'est.

5 Les cycles de formation continue doivent couvrir au moins deux des trois points suivants dans le domaine concerné:

a. répétition des acquis;

b. actualisation et nouveaux développements;

c. connaissances acquises dans le cadre de l'exploitation ou de défaillances.

Art. 8 Certificat

1 L'établissement de formation délivre, à la fin d'un cycle de formation ou de formation continue reconnu, un certificat qui comportera au moins les mentions suivantes:

a. la désignation du cycle de formation ou de formation continue;

b. la date de la réussite à l'examen d'une formation ou du cycle de formation continue;

c. les activités autorisées selon les annexes 1 à 5;

d. les nom, prénom, date de naissance et lieu d'origine (pour les étrangers: la nationalité et le lieu de naissance) de la personne diplômée;

e. l'autorité de reconnaissance au sens de l'art. 6.

2 L'établissement de formation est tenu de conserver pendant 30 ans les données visées à l'al. 1, let. a à e.

Art. 9 Cas particuliers

1 Les institutions suivantes sont compétentes pour la reconnaissance des formations en radioprotection contenues dans le cycle au sens de l'art. 18, al. 2, ORaP:

a. pour les formations selon les dispositions d'exécution de la loi fédérale du 13 décembre 2002 sur la formation professionnelle[3] (LFPr): le Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI),

b. pour les diplômes des États membres de l'UE/AELE: la Croix-Rouge suisse (CRS).

2 Une reconnaissance au sens de l'al. 1 ne peut être accordée que si les exigences fixées aux tableaux 2 et 3 de l'annexe 2 sont mises en œuvre dans le cycle.

3 Les institutions compétentes au sens de l'al. 1 sont tenues d'associer l'OFSP à l'élaboration du cycle pour les questions de radioprotection.

Art. 10 Révocation et expiration de la reconnaissance des cycles

1 La reconnaissance des cycles de formation et de formation continue est révoquée si une condition n'est plus remplie et s'il n'est pas remédié à la lacune incriminée malgré sommation.

2 Elle devient caduque lorsque:

a. son détenteur y renonce formellement;

b. la durée de validité arrive à son terme et qu'aucune prolongation n'est accordée.

Section 3 Autres dispositions

Art. 11 Tâches et compétences des autorités de reconnaissance

1 Les autorités de reconnaissance vérifient la qualité des cycles de formation et de formation continue. Leurs représentants peuvent participer à des cours et à des examens.

2 Les autorités de reconnaissance fixent la dose de rayonnements maximale accumulable par cours dans le cadre de la formation.

3 RS **412.10**

3 En accord avec les institutions compétentes au sens de l'art. 10, l'OFSP vérifie la qualité des formations en radioprotection dans le cadre des cycles.

Art. 12 Obligation de déclaration de la part des établissements de formation et de formation continue

1 Les prestataires de cycles de formation et de formation continue reconnus communiquent à l'autorité de reconnaissance compétente, au plus tard deux semaines avant la tenue d'un cycle reconnu:

a. les dates du cycle de formation ou de formation continue;

b. la date et le lieu de l'examen sanctionnant la fin de la formation.

2 Ils communiquent à l'autorité de reconnaissance compétente les données visées à l'art. 16 ORaP concernant toutes les personnes qui ont suivi le cycle avec succès.

Section 4 Dispositions finales

Art. 13 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 15 septembre 1998 sur les formations et les activités autorisées en matière de radioprotection4 est abrogée.

Art. 14 Dispositions transitoires

1 Les cycles de formation en radioprotection reconnus selon l'ancien droit peuvent être commencés dans les cinq ans suivant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance. Ces reconnaissances perdent ensuite leur validité.

2 Les certificats sanctionnant une formation individuelle en radioprotection acquise selon l'ancien droit restent valables.

3 Les périodicités fixées aux annexes 1 à 5 sont applicables pour la preuve d'une formation continue requise dès l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

Art. 15 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le …

… Département fédéral de l'intérieur:

Alain Berset

4 RO **1999** 476, **2007** 4477 et 5673, **2008** 5747

Annexe 1
(art. 1, al. 2, let. a)

Médecins et chiropraticiens

Tableau 1: formation nécessaire et activités autorisées

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MA1 – Radio-oncologie	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade en radio-oncologie – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques et de sources radioactives scellées à des fins d'applications thérapeutiques en radio-oncologie – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques
MA2 – Dermatologie – Vénéréologie	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade en dermatologie ou en vénéréologie – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques à des fins d'applications thérapeutiques en dermatologie ou en vénéréologie – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques
MA3 – Médecine nucléaire	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade en médecine nucléaire – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation de sources radioactives non scellées à des fins de diagnostic et de thérapie – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MA4 – Radiologie	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade en radiologie	– Utilisation de toutes les installations radiologiques pour des applications diagnostiques dans les domaines des doses élevées, modérées et faibles – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques
MA5 – Anesthésiologie – Angiologie – Chirurgie[5] – Gastroentérologie – Médecine intensive – Cardiologie – Chirurgie pédiatrique[5] – Chirurgie orale et maxillo-faciale – Neurochirurgie[5] – Chirurgie orthopédique et traumatologie de l'appareil locomoteur[5] – Médecine physique et réadaptation[5] – Pneumologie – Rhumatologie[5] – Urologie[5]	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade correspondant – Certificat de formation complémentaire correspondant lorsque la formation clinique en radioprotection n'est pas comprise dans le programme de formation continue – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques pour des applications diagnostiques et interventionnelles dans les domaines des doses élevées, modérées et faibles. L'utilisation des tomodensitomètres et des installations de mammographie en est exclue – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques

5 Pour les spécialisations médicales indiquées, la formation clinique en radioprotection est déjà comprise dans le programme de formation continue, raison pour laquelle aucun certificat de formation complémentaire n'est nécessaire.

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MA6 – Médecine interne générale – Pédiatrie – Neurologie – Oncologie médicale – Médecin praticien – Oto-rhino-laryngologie – Chirurgie cardiaque et vasculaire thoracique	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade correspondant – Certificat de formation complémentaire correspondant pour les examens à fortes doses – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques de type conventionnel pour des applications diagnostiques dans les domaines des doses modérées et faibles. L'utilisation des tomodensitomètres et des installations de mammographie en est exclue – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques
MA7 – Chiropratique	– Diplôme fédéral de chiropraticien – Titre fédéral de formation postgrade en chiropratique spécialisée – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques de type conventionnel pour des applications diagnostiques dans les domaines des doses modérées et faibles. L'utilisation des tomodensitomètres et des installations de mammographie en est exclue – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques
MA8 – Médecine interne générale – Pédiatrie – Neurologie – Oncologie médicale – Médecin praticien – Oto-rhino-laryngologie – Chirurgie cardiaque et vasculaire thoracique	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade correspondant	– Utilisation d'installations radiologiques de type conventionnel pour des applications diagnostiques dans le domaine des doses faibles. La prise de clichés radiologiques du thorax et des extrémités notamment relève de ce domaine. L'utilisation des tomodensitomètres et des installations de mammographie en est exclue – Si la personne a en outre suivi une formation en radioprotection reconnue par l'OFSP, elle peut assumer la fonction d'expert au sens de l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MA9 – Oto-rhino-laryngologie – Chirurgie orale et maxillo-faciale	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade correspondant en oto-rhino-laryngologie ou en chirurgie orale et maxillo-faciale – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation de la tomographie volumique numérisée (CBCT) – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées – Prescription de toutes les applications radiologiques
MA10 – Tous les autres médecins titulaires d'un titre postgrade fédéral	– Diplôme fédéral de médecin – Titre fédéral de formation postgrade	– Prescription de toutes les applications radiologiques
MA11 – Médecine dentaire	– Diplôme fédéral de médecin-dentiste	– Utilisation d'installations radiologiques pour une application diagnostique de techniques intra- et extraorales dans le domaine médico-dentaire (y c. orthopantomogramme avec ou sans téléradiographie). L'utilisation de la tomographie volumique numérisée en est exclue – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées
MA12 – Médecine dentaire: applications diagnostiques élargies	– Diplôme fédéral de médecin-dentiste – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques pour une application diagnostique de techniques intra- et extraorales dans le domaine médico-dentaire (y c. orthopantomogramme avec ou sans téléradiographie) – Utilisation de la tomographie volumique numérisée – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MA13 – Médecine vétérinaire: installations pour applications diagnostiques	– Diplôme fédéral de médecin-vétérinaire – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques de type conventionnel dans le domaine médico-vétérinaire. L'utilisation de la tomographie volumique numérisée en est exclue – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées
MA14 – Médecine vétérinaire: utilisation de sources radioactives non scellées	– Diplôme fédéral de médecin-vétérinaire – Formation en radioprotection reconnue pour l'utilisation de sources radioactives non scellées dans les secteurs de travail B et C (voir annexe 4, n° de profession I 1)	– Utilisation d'installations radiologiques de type conventionnel dans le domaine médico-vétérinaire. L'utilisation de la tomographie volumique numérisée en est exclue – Application de sources radioactives non scellées dans le domaine médico-vétérinaire – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées
MA15 – Médecine vétérinaire: installations pour applications diagnostiques et thérapeutiques élargies (tomodensitomètres, accélérateurs)	– Diplôme fédéral de médecin-vétérinaire – Formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 1, tableau 3	– Utilisation de toutes les installations diagnostiques dans le domaine médico-vétérinaire – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise) pour les applications précitées

Tableau 2: compétences

Les cycles de formation reconnus garantissent que les personnes disposent des compétences, connaissances et aptitudes suivantes:

* Les compétences sont définies à l'annexe 4, nº de profession I 1

Compétences / nº de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Organiser la procédure d'autorisation et assurer la correspondance avec les autorités compétentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Organiser l'administration des personnes professionnellement exposées aux radiations et assurer la dosimétrie individuelle de toutes les personnes concernées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Établir des directives pour l'entreprise et contrôler leur application	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Conseiller le titulaire de l'autorisation en cas de questions sur la radioprotection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Garantir le respect des valeurs limites dans la radioprotection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Définir des méthodes de travail conformes aux règles de radioprotection pour les sources ou installations radioactives en tenant compte du principe de l'optimisation et les surveiller	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Appliquer des méthodes de travail conformes aux règles de radioprotection pour les sources ou installations radioactives	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Définir des secteurs contrôlés ou surveillés et édicter des mesures correspondantes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x

Compétences / nº de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Stocker les sources radioactives conformément à la loi	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Éliminer les déchets radioactifs, les eaux usées et émettre les rejets dans l'atmosphère conformément à la loi	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Mesurer des matières ou des secteurs pour une libération conformément à la loi	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Effectuer correctement la mesure des rayonnements et bien interpréter les résultats	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Garantir le fonctionnement des instruments de mesure nécessaires	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Assurer la formation et la formation continue d'autres personnes à un comportement qui respecte les règles de radioprotection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Instruire d'autres personnes à un comportement qui respecte les règles de radioprotection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Connaître les limites de ses propres compétences, connaissances et aptitudes en radioprotection et, si nécessaire, faire appel à des spécialistes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–		–
Définir et mettre en œuvre des mesures visant à prévenir les défaillances	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–		–
Gérer les défaillances et évaluer s'il est nécessaire de faire appel à des spécialistes	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–		–
Évaluer les défaillances et les quasi-défaillances, et prendre des mesures pour les éviter à l'avenir	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–		–

Compétences / nº de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Organiser, par précaution, les processus de communication et leur contenu en cas de défaillance	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–		–
Choisir une méthode thérapeutique ou diagnostique optimale	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Optimiser la méthode thérapeutique ou diagnostique par rapport à la minimisation des doses du patient et du personnel, tenir compte des niveaux de référence (NRD, activités)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	–	x	x		x
Concrétiser les lignes directrices publiées concernant les critères de prescription	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–		–
Informer le patient sur les bénéfices et les risques	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–		–
Effectuer des contrôles de qualité des installations médicales ou des produits radiopharmaceutiques	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Conseiller les médecins lors de l'acquisition d'installations diagnostiques et thérapeutiques	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Tableau 3: contenu et étendue de la formation et de la formation continue

Signification:

1: Connaissances: énumérer, esquisser, désigner, décrire, représenter
2: Compréhension: interpréter, expliquer, commenter, formuler, présenter
3: Application: appliquer, établir, résoudre, réaliser, calculer, concevoir, configurer
4: Analyse: choisir, répartir, analyser, comparer
5: Évaluation: estimer, décider, juger, classer, évaluer
*: La durée de la formation, les contenus de l'enseignement et les exigences posées à la formation continue figurent à l'annexe 4, no de profession I 1
**: La formation est dispensée dans le cadre du titre postgrade fédéral ou du diplôme fédéral de médecin-vétérinaire
***: La formation pratique est dispensée dans le cadre de l'obtention du certificat de formation complémentaire
****: La formation pratique est dispensée dans le cadre d'une formation postgrade correspondante en médecine vétérinaire
*****: Reconnaissance de la formation continue uniquement nécessaire en cas d'exercice de la fonction d'expert

(La comparaison des pondérations n'est possible qu'au sein du numéro de profession)

No de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Étendue de la formation et de la formation continue															
Durée recommandée de l'enseignement de la formation	**	**	**	**	32 h	32 h	32 h	32 h	13 h	8 h	8 h	32 h	8 h		8 h
Reconnaissance de la formation nécessaire	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Formation sur le lieu de travail/stage	–	–	–	–	***	***	***	–	–	–	–	–	**		****
Périodicité maximale de la formation continue	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans	3 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans
Durée recommandée de la formation continue	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h
Reconnaissance de la formation continue nécessaire	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	oui*****	non

Nº de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Contenus de la formation															
Bases légales															
Loi et ordonnance sur la radioprotection	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3		3
Ordonnances techniques spécifiques	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Principes de justification et d'optimisation	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Valeurs limites et niveaux de référence	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Directives, règlements, recommandations, normes et mémentos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Prescriptions de transport (SDR/ADR)	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Procédure d'autorisation	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4		4
Recommandations internationales (CIPR, AIEA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	–	1	1	1		1
Coordination et administration															
Situation juridique, responsabilité dans les entreprises	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2
Tâches et responsabilités de l'expert	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5		5
Directives internes	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–	5	5	5		5
Instruction des personnes concernées en radioprotection	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–	5	5	3		3

No de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Formation et formation continue en radioprotection pour le personnel soumis à l'obligation de formation	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Désignation, classification et surveillance des personnes professionnellement exposées aux radiations	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Prévention des défaillances	3	3	3	3	3	3	3	–	–	–	–	–	–		–
Enregistrement, tenue de registres et modalités d'annonce	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	4	4	4		4
Radiophysique															
Constitution de la matière et carte des nucléides	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2
Radioactivité et types de rayonnements	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1		1
Interaction du rayonnement avec la matière	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4		4
Notions de dose (pour la radiobiologie)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	4		4
Blindage et atténuation du rayonnement	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Production de substances radioactives	1	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Fonctionnement d'un accélérateur	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		2
Fonctionnement d'un tube à rayons X	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2
Rayonnement diffusé sur le patient	1	1	1	3	3	3	3	3	3	–	1	1	3		3

Nº de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Radiobiologie/effets des radiations sur l'organisme															
Action biologique des rayonnements ionisants	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	3	3	3		3
Personnes présentant un risque accru (enfants en bas âge, femmes enceintes)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	3		3
Action biologique effective (WR)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Radiosensibilité des organes (WT)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Effets déterministes et stochastiques	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2		2
Relation dose-effet, notion de risque	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5		5
Irradiation de la population	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
Mesure des radiations															
Principes de mesure des radiations	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	1	1	1		1
Connaissance des instruments de mesure	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	1	1	1		1
Mesure de la radiation ambiante et du débit de dose	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	1	1	1		1
Mesure de la contamination	1	1	3	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–		–
Surveillance de la contamination interne	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Dosimétrie individuelle de l'irradiation externe	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Identification des radionucléides	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Détermination de la dose à l'organe et de la dose effective	4	4	4	3	3	3	3	3	3	–	3	3	2		2

No de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Radioprotection opérationnelle															
Application pratique des instruments de mesure des radiations	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	1	1	1		1
Application du principe de l'optimisation	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5		5
Secteurs contrôlés et surveillés	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Planification du travail, méthodes de travail et recours aux moyens de protection	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–	5	5	5		5
Contrôle de qualité, contrôle de stabilité	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Entreposage de substances radioactives	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Mesures de protection personnelle et techniques (en particulier pour les personnes présentant un risque accru) contre:															
– l'irradiation externe	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	4	4	4		4
– l'incorporation	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
la contamination	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Moyens de protection personnelle/protection des patients en théorie et en pratique	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4		4
Décontamination du matériel et des postes de travail	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–			–		–
Décontamination des personnes	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Gestion des déchets radioactifs	2	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Nº de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Rejet de substances radioactives dans l'environnement	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Contrôle de l'étanchéité des sources scellées	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Révision, contrôle des dispositifs de sécurité	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1
Comportement en cas de défaillance et d'incident radiologique médical, communication	3	3	3	2	2	2	2	2	2	–	2	2	1		1
Travaux pratiques: comportement et travaux dans les secteurs contrôlés	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Aspects médicaux															
Considérations sur le rapport risque-bénéfice	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	3		3
Justification de procédures d'examen ou de traitement et justification de l'application à un individu au sens des art. 39 et 40 ORaP	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	–		–
Information du patient sur le risque induit par le rayonnement	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	1		1
Indications (rayonnement ionisant vs modalités alternatives)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3		3
Surveillance des examens	4	4	4	4	4	3	3	3	3	1	3	3	2		2
Estimation et optimisation des doses administrées aux patients sur la base des informations spécifiques aux patients	5	5	5	5	5	4	4	4	4	1	3	3	–		–
Niveaux de référence diagnostiques pour les patients	1	1	3	3	3	3	3	3	–	–	–	–	–		–

No de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
État de la science et de la technique	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Techniques et examens radiologiques															
Connaissances professionnelles des installations à rayons X	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Techniques radiologiques professionnelles dans le domaine des doses faibles	2	2	2	4	4	4	4	4	4	1	4	4	–		–
Techniques radiologiques professionnelles dans le domaine des doses modérées	2	2	2	4	4	4	4	2	–	1	–	–	–		–
Techniques radiologiques professionnelles dans le domaine des doses élevées:															
– avec tomodensitomètre et mammographie	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
– sans tomodensitomètre et mammographie	2	2	3	4	4	2	2	2	–	1	–	–	–		–
Utilisation d'installations thérapeutiques professionnelles	5	5	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Accélérateurs médicaux et unités d'irradiation	3	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Utilisation de sources radioactives non scellées en médecine nucléaire	–	–	5	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Imagerie en médecine nucléaire	–	–	4	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–		–
Géométrie de projection et technique de positionnement	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	4	4	3		3
Paramètres de qualité de l'image compte tenu des doses administrées aux patients	2	1	4	4	4	4	4	4	4	–	4	4	2		2
Techniques de développement	3	1	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	2		2

Nº de profession	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Archivage et entreposage des images	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2		2
Techniques radiologiques en médecine vétérinaire	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4		4
Techniques radiologiques en médecine vétérinaire avec tomodensitomètre	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		4
Applications de médecine nucléaire en médecine vétérinaire	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1		1
Techniques intraorales en matière d'appareils et de positionnement dans le domaine médico-dentaire	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4	–		–
Techniques extraorales en matière d'appareils et de positionnement dans le domaine médico-dentaire	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	4	–		–

Annexe 2
(art. 1, al. 2, let. b)

Professions médicales (sauf médecins et chiropraticiens) et commerce dans la médecine

Tableau 1: formation nécessaire et activités autorisées

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MP1		
– Physique médicale	– Diplôme universitaire de bachelor en physique ou formation équivalente – Diplôme universitaire de master en sciences naturelles ou formation équivalente – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 2, tableau 3 – Activité professionnelle dans le domaine de la physique médicale qui équivaut à un emploi à plein temps de trois ans – Spécialisation de la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale	– Responsabilité de la radioprotection en hôpital pour les domaines de la radiologie diagnostique, de la radio-oncologie et de la médecine nucléaire ainsi que pour le contrôle des éléments importants pour la sécurité et déterminant la dose qui peuvent influencer la dose administrée aux patients et au personnel – Réalisation des contrôles de stabilité et d'assurance de qualité – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise)

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MP2 – TRM	– Techniciens en radiologie médicale diplômés ES	Les activités suivantes sont uniquement autorisées sur prescription d'un médecin ou d'un chiropraticien possédant les qualifications techniques dans le domaine d'activité correspondant: – Utilisation d'installations radiologiques à usage médical et diagnostique – Préparation d'installations assistées par radioscopie – L'application d'installations assistées par radioscopie sur l'être humain est uniquement autorisée dans les domaines des doses modérées et faibles – Contrôle des champs d'irradiation par radioscopie pour la radiothérapie – Utilisation d'installations radiologiques à usage thérapeutique, d'accélérateurs de particules et d'unités d'irradiation, application de sources radioactives scellées – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise)
MP3 – TRM travaillant dans la médecine nucléaire	– Diplôme ES en technique de radiologie médicale (TRM) ou diplôme universitaire de bachelor en en technique de radiologie médicale – Une formation en radioprotection reconnue pour l'utilisation de sources radioactives non scellées dans les secteurs de travail B et C (voir annexe 4, n° de profession I 1)	– Réalisation des contrôles de stabilité et d'assurance de qualité – Travaux avec des sources radioactives non scellées dans le secteur de travail de type C et B – Toutes les activités autorisées mentionnées sous MP 2 – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise)

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MP4 – Techniciens en salle d'opération	– Diplôme de technicien en salle d'opération ES, diplôme d'infirmier dans le domaine opératoire CC ASI – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 2, tableau 3	– Préparation d'installations assistées par radioscopie sur prescription d'un médecin possédant les qualifications techniques correspondantes
MP5 – Assistants médicaux	– Formation professionnelle d'assistant médical sanctionnée par un CFC	– Utilisation d'installations radiologiques pour le diagnostic en médecine humaine dans le domaine des doses faibles sur prescription d'un médecin possédant les qualifications techniques correspondantes. La prise de clichés radiologiques du thorax et des extrémités notamment relève de ce domaine – Les examens de la colonne vertébrale, du bassin et de l'abdomen, les examens tomodensitométriques et les examens au moyen d'installations assistées par radiologie en sont exclus – Les applications, les contrôles de stabilité et l'assurance de qualité pour la mammographie en sont exclus
MP6 – Assistants médicaux pour la prise de clichés en radiologie conventionnelle élargie	– Formation d'assistant médical sanctionnée par un CFC avec autorisation d'utiliser une installations radiologique – Preuve d'une place de stagiaire pour la formation clinique en technique radiologique conventionnelle élargie – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 2, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques dans les domaines des doses modérées et faibles pour le diagnostic en médecine humaine sur prescription d'un médecin possédant les qualifications techniques correspondantes – Les examens tomodensitométriques et les examens au moyen d'installations assistées par radiologie en sont exclus – Les applications, les contrôles de stabilité et l'assurance de qualité pour la mammographie en sont exclus

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MP7 – Autre personnel médical	– Formation professionnelle sanctionnée par un diplôme dans le domaine médical, à l'instar d'assistant en soins et santé communautaire CFC ou d'orthopédiste CFC – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 2, tableau 3	– Utilisation d'installations radiologiques pour le diagnostic en médecine humaine dans le domaine des doses faibles sur prescription d'un médecin possédant les qualifications techniques correspondantes. La prise de clichés radiologiques du thorax et des extrémités notamment relève de ce domaine – Les examens de la colonne vertébrale, du bassin et de l'abdomen, les examens tomodensitométriques et les examens au moyen d'installations assistées par radiologie en sont exclus – Les applications, les contrôles de stabilité et l'assurance de qualité pour la mammographie en sont exclus
MP8 – Assistants dentaires	– Formation professionnelle d'assistant dentaire sanctionnée par un CFC	– Application de techniques intraorales dans le domaine médico-dentaire (y c. orthopantomogramme avec ou sans téléradiographie, la tomographie volumique numérisée en est exclue) sous la responsabilité d'un médecin-dentiste ayant qualité d'expert
MP9 – Assistants dentaires pour les applications diagnostiques élargies dans le domaine médico-dentaire	– Formation professionnelle d'assistant dentaire sanctionnée par un CFC – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 2, tableau 3	– Application de techniques intra- et extraorales dans le domaine médico-dentaire (y c. tomographie volumique numérisée, orthopantomogramme avec ou sans téléradiographie) sous la responsabilité d'un médecin-dentiste ayant qualité d'expert
MP10 – Hygiénistes dentaires	– Diplôme d'hygiéniste dentaire ES	– Application de techniques intra- et extraorales dans le domaine médico-dentaire (y c. tomographie volumique numérisée, orthopantomogramme avec ou sans téléradiographie) sous la responsabilité d'un médecin-dentiste ayant qualité d'expert

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
MP11 – Assistants en médecine vétérinaire	– Formation professionnelle d'assistant en médecine vétérinaire sanctionnée par un CFC	– Utilisation d'installations radiologiques à des fins de diagnostic médico-vétérinaire sous la responsabilité d'un médecin-vétérinaire correspondant ayant qualité d'expert – L'utilisation d'accélérateurs et de tomodensitomètres et toutes les applications de sources radioactives non scellées dans le domaine médico-vétérinaire en sont exclues
MP12 – Assistants en médecine vétérinaire qui exercent une activité avec des sources radioactives non scellées sur les animaux	– Formation professionnelle d'assistant en médecine vétérinaire sanctionnée par un CFC – Une formation en radioprotection reconnue pour le personnel de laboratoire (voir annexe 4, nº de profession I 19)	– Application de sources radioactives non scellées dans le domaine médico-vétérinaire sous la responsabilité d'un médecin-vétérinaire correspondant ayant qualité d'expert – Toutes les activités autorisées mentionnées sous MP 11
MP13 – Commerce, révision et montage des installations radiologiques à usage médical	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 2, tableau 3 – Pour les activités dans le domaine de la médecine nucléaire, une formation en radioprotection reconnue pour l'utilisation de sources radioactives non scellées dans les secteurs de travail B et C (voir annexe 4, nº de profession I 1) est en outre exigée	– Commerce, révision et montage des installations radiologiques à usage médical et des installations selon l'art. 21, al. 1, let. c, ORaP – Mise en œuvre des bases légales visées à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP (expertise)

Tableau 2: compétences

Les cycles de formation reconnus garantissent que les personnes disposent des compétences, connaissances et aptitudes suivantes:

* Les compétences sont définies à l'annexe 4, no de profession I 19

Compétences / nº de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Organiser la procédure d'autorisation et assurer la correspondance avec les autorités compétentes	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Organiser l'administration des personnes professionnellement exposées aux radiations et assurer la dosimétrie individuelle de toutes les personnes concernées	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–		x
Établir des directives pour l'entreprise et contrôler leur application	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–		x
Conseiller le titulaire de l'autorisation en cas de questions sur la radioprotection	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Garantir le respect des valeurs limites dans la radioprotection	x	x	x	–	x	x	x	x	x	x	x		x
Définir des méthodes de travail conformes aux règles de radioprotection pour les sources ou installations radioactives en tenant compte du principe de l'optimisation et les surveiller	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–		x
Appliquer des méthodes de travail conformes aux règles de radioprotection pour les sources ou installations radioactives	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Définir des secteurs contrôlés ou surveillés et édicter des mesures correspondantes	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Stocker les sources radioactives conformément à la loi	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Compétences / no de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Éliminer les déchets radioactifs, les eaux usées et émettre les rejets dans l'atmosphère conformément à la loi	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Mesurer des matières ou des secteurs pour une libération conformément à la loi	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Effectuer correctement la mesure des rayonnements et bien interpréter les résultats	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Garantir le fonctionnement des instruments de mesure nécessaires	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Assurer la formation et la formation continue d'autres personnes à un comportement qui respecte les règles de radioprotection	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Instruire d'autres personnes à un comportement qui respecte les règles de radioprotection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Connaître les limites de ses propres compétences, connaissances et aptitudes en radioprotection et, si nécessaire, faire appel à des spécialistes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Définir et mettre en œuvre des mesures visant à prévenir les défaillances	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Gérer les défaillances et évaluer s'il est nécessaire de faire appel à des spécialistes	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Évaluer les défaillances et les quasi-défaillances, et prendre des mesures pour les éviter à l'avenir	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Organiser, par précaution, les processus de communication et leur contenu en cas de défaillance	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Compétences / nº de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Choisir une méthode thérapeutique ou diagnostique optimale	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Optimiser la méthode thérapeutique ou diagnostique par rapport à la minimisation des doses du patient et du personnel, tenir compte des niveaux de référence (NRD, activités)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Concrétiser les lignes directrices publiées concernant les critères de prescription	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Informer le patient sur les bénéfices et les risques	x	x	x	–	x	x	x	x	x	x	–		–
Effectuer des contrôles de qualité des installations médicales ou des produits radiopharmaceutiques	x	x	x	–	x	x	x	x	x	x	x		x
Conseiller les médecins lors de l'acquisition d'installations diagnostiques et thérapeutiques	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		x

Tableau 3: contenu et étendue de la formation et de la formation continue

Signification:

1: Connaissances: énumérer, esquisser, désigner, décrire, représenter
2: Compréhension: interpréter, expliquer, commenter, formuler, présenter
3: Application: appliquer, établir, résoudre, réaliser, calculer, concevoir, configurer
4: Analyse: choisir, répartir, analyser, comparer
5: Évaluation: estimer, décider, juger, classer, évaluer
*: Les contenus de l'enseignement figurent à l'annexe 3, no de profession I 20
**: La formation pratique est dispensée dans le cadre du diplôme fédéral
***: 50 examens attestés en 18 mois dans le domaine de la colonne vertébrale
****: La formation comprend une partie pratique d'au moins 100 heures
*****: Reconnaissance de la formation continue uniquement nécessaire en cas d'exercice de la fonction d'expert

(La comparaison des pondérations n'est possible qu'au sein du numéro de profession)

No de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Étendue de la formation et de la formation continue													
Durée recommandée de l'enseignement de la formation	120 h	560 h	640 h	24 h[6]	160 h	40 h	120 h	64 h	40 h	120 h	72 h		40 h
Reconnaissance de la formation nécessaire	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Formation sur le lieu de travail/stage	**	**	**	–	**	***	****	**	–	**	**		–
Périodicité maximale de la formation continue	3 ans	3 ans	3 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans
Durée recommandée de la formation continue	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h
Reconnaissance de la formation continue nécessaire	non	non	oui*****	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non

6 Dont une journée pour la rédaction d'un travail écrit comme attestation des compétences.

Nº de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Contenus de la formation													
Bases légales													
Loi et ordonnance sur la radioprotection	3	3	3	1	2	–	2	2	–	2	2		3
Ordonnances techniques spécifiques	3	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		3
Principes de justification et d'optimisation	4	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		1
Valeurs limites et niveaux de référence	4	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		2
Directives, règlements, recommandations, normes et mémentos	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3		3
Prescriptions de transport (SDR/ADR)	2	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–		1
Procédure d'autorisation	4	4	4	1	1	–	1	1	–	1	1		3
Recommandations internationales (CIPR, AIEA)	2	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–		3
Coordination et administration													
Situation juridique, responsabilité dans les entreprises	2	2	2	1	1	–	1	1	–	1	1		2
Tâches et responsabilités de l'expert	5	5	5	1	1	–	1	1	–	1	1		5
Directives internes	5	5	5	3	3	–	3	3	–	3	3		5
Instruction des personnes concernées en radioprotection	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3		5
Formation et formation continue en radioprotection pour le personnel soumis à l'obligation de formation	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–

No de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Désignation, classification et surveillance des personnes professionnellement exposées aux radiations	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Prévention des défaillances	3	3	3	–	1	–	1	–	–	–	–		2
Enregistrement, tenue de registres et modalités d'annonce	4	4	4	3	3	–	3	3	–	3	3		4
Radiophysique													
Constitution de la matière et carte des nucléides	3	2	3	1	2	–	2	2	–	2	2		3
Radioactivité et types de rayonnements	3	2	3	1	1	–	1	1	–	1	1		3
Interaction du rayonnement avec la matière	4	4	4	2	2	–	2	2	–	2	2		3
Notions de dose (pour la radiobiologie)	5	5	5	2	2	–	2	2	–	2	2		5
Blindage et atténuation du rayonnement	5	5	5	4	2	–	2	2	–	2	2		5
Production de substances radioactives	3	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Fonctionnement d'un accélérateur	5	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Fonctionnement d'un tube à rayons X	3	3	3	3	2	–	2	2	–	2	2		5
Rayonnement diffusé sur le patient	4	3	3	4	2	3	2	–	2	2	3		2
Radiobiologie/effets des radiations sur l'organisme													
Action biologique des rayonnements ionisants	5	3	3	2	2	3	2	2	–	2	2		3
Personnes présentant un risque accru (enfants en bas âge, femmes enceintes)	5	3	3	3	3	–	3	2	–	3	1		3
Action biologique effective (WR)	3	3	3	1	2	–	2	2	–	2	2		1

Nº de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Radiosensibilité des organes (WT)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		1
Effets déterministes et stochastiques	3	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		1
Relation dose-effet, notion de risque	5	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2		1
Irradiation de la population	1	1	1	1	1	–	1	1	–	1	1		1
Mesure des radiations													
Principes de mesure des radiations	5	2	2	–	2	–	2	2	–	2	2		2
Connaissance des instruments de mesure	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		2
Mesure de la radiation ambiante et du débit de dose	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		2
Mesure de la contamination	3	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Surveillance de la contamination interne	3	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Dosimétrie individuelle de l'irradiation externe	3	3	3	1	3	–	3	3	–	3	3		1
Identification des radionucléides	5	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Détermination de la dose à l'organe et de la dose effective	5	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Radioprotection opérationnelle													
Application pratique des instruments de mesure des radiations	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		2
Application du principe de l'optimisation	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	2		2
Secteurs contrôlés et surveillés	3	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		3

No de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Planification du travail, méthodes de travail et recours aux moyens de protection	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	1		4
Contrôle de qualité, contrôle de stabilité	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		5
Entreposage de substances radioactives	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Mesures de protection personnelle et techniques (en particulier pour les personnes présentant un risque accru) contre:													
– l'irradiation externe	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4		4
– l'incorporation	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–		–
– la contamination	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Moyens de protection personnelle/protection des patients en théorie et en pratique	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4		4
Décontamination du matériel et des postes de travail	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Décontamination des personnes	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Gestion des déchets radioactifs	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Rejet de substances radioactives dans l'environnement	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Contrôle de l'étanchéité des sources scellées	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Révision, contrôle des dispositifs de sécurité	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1		5
Comportement en cas de défaillances et d'incident radiologique médical, communication	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Travaux pratiques: comportement et travaux dans les secteurs contrôlés	3	3	3	3	3	–	3	3	–	3	3		3

Nº de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Aspects médicaux													
Considérations sur le rapport risque-bénéfice	4	2	2	1	1	–	1	1	–	1	1		–
Justification de procédures d'examen ou de traitement et justification de l'application à un individu au sens des art. 39 et 40 ORaP	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Information du patient sur le risque induit par le rayonnement	2	3	3	1	2	2	2	2	2	2	–		–
Indications (rayonnement ionisant vs modalités alternatives)	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Surveillance des examens	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Estimation et optimisation des doses administrées aux patients sur la base des informations spécifiques aux patients	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	–		–
Niveaux de référence diagnostiques pour les patients	5	3	3	3	3	3	3	–	–	–	–		1
État de la science et de la technique	5	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1		3
Techniques et examens radiologiques													
Connaissances professionnelles des installations à rayons X	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		5
Techniques radiologiques professionnelles dans le domaine des doses faibles	5	4	4	4	4	–	4	–	–	–	–		3
Techniques radiologiques professionnelles dans le domaine des doses modérées	5	4	4	4	–	4	–	–	–	–	–		3

No de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Techniques radiologiques professionnelles dans le domaine des doses élevées:													
– avec tomodensitomètre et mammographie	5	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–		3
– sans tomodensitomètre et mammographie	5	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Utilisation d'installations thérapeutiques professionnelles	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		3
Accélérateurs médicaux et unités d'irradiation	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		3
Utilisation de sources radioactives non scellées en médecine nucléaire	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Imagerie en médecine nucléaire	5	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		3
Géométrie de projection et technique de positionnement	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3		3
Paramètres de qualité de l'image compte tenu des doses administrées aux patients	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3
Techniques de développement	5	3	3	–	3	–	3	3	–	3	3		3
Archivage et entreposage des images	3	3	3	–	3	–	3	3	–	3	3		3
Techniques radiologiques en médecine vétérinaire	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4		1
Techniques radiologiques en médecine vétérinaire avec tomodensitomètre	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4		1
Applications de médecine nucléaire en médecine vétérinaire	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1		1

Nº de profession	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Techniques intraorales en matière d'appareils et de positionnement dans le domaine médico-dentaire	–	–	–	–	–	–	–	4	–	4	–		2
Techniques extraorales en matière d'appareils et de positionnement dans le domaine médico-dentaire	–	–	–	–	–	–	–	1	4	4	–		2

Annexe 3
(art. 1, al. 2, let. c)

Activités dans le domaine des installations nucléaires

Tableau 1: formation nécessaire et activités autorisées

L'autorité de surveillance peut, à titre exceptionnel, autoriser des personnes qui ne satisfont pas aux exigences suivantes à suivre des cycles de formation si elles justifient d'une formation correspondante ou d'une expérience professionnelle appropriée.

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
K1 – Experts en radioprotection	– Une formation sanctionnée par un diplôme dans une université ou dans une haute école spécialisée dans une discipline telle que la chimie, la physique, la mécanique ou l'électrotechnique – Six mois d'expérience professionnelle en radioprotection (tâches en radioprotection à temps plein ou à temps partiel dans une ou plusieurs entreprises) – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe, 3, tableau 3	– Ensemble des activités qui sont autorisées aux agents et techniciens en radioprotection ainsi que: – Approbation des planifications de la radioprotection pour les activités avec des doses individuelles estimées qui dépassent 10 mSv ou des doses collectives qui dépassent 30 mSv/pers. – Libération d'interventions en cas de perturbation de l'exploitation ou de défaillance si les doses individuelles dépassent 10 mSv ou les doses collectives 30 mSv/pers. – Mise en œuvre des prescriptions légales et administratives en radioprotection dans les directives de l'entreprise, contrôle et évaluation périodique de leur application, effet de ces directives

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
K2 – Techniciens en radioprotection	– Trois ans d'expérience professionnelle en radioprotection, dont deux au moins en qualité d'agent de radioprotection – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe, 3, tableau 3	– Préparation de mesures de radioprotection et de surveillance en fonction des prescriptions en matière de planification – Autorisation de postes de travail en fonction de l'état radiologique, de l'existence de mesures de radioprotection et de surveillance et de la mise en œuvre d'éventuelles mesures supplémentaires – Surveillance de l'état radiologique des postes de travail et des personnes pour identifier les écarts par rapport aux objectifs de planification – Mesure de libération du poste de travail à l'issue du travail afin de lever les mesures de radioprotection, y c. le démontage des zones temporaires – Surveillance de l'état radiologique d'installations nucléaires, de postes de travail et de personnes afin d'identifier des écarts par rapport à l'exploitation normale et mise en œuvre de mesures de radioprotection et de surveillance en fonction de l'état radiologique – Surveillance de la fonctionnalité des moyens de protection et des instruments de suivi – Libération de matériaux du secteur contrôlé si les critères applicables en l'espèce sont prouvés – Prise en charge de toutes les obligations liées à l'utilisation de sources radioactives scellées à des fins de test et d'étalonnage – Surveillance radiologique des récipients de transport et des véhicules à la réception et à l'expédition de substances radioactives – Intervention si des écarts sont constatés – Libération d'interventions non planifiées en cas de perturbation de l'exploitation ou de défaillance si les doses individuelles sont inférieures à 5 mSv et les doses collectives à 10 mSv – suivi des forces d'intervention en matière de radioprotection en cas de défaillance ou d'urgence

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
K3 – Agents de radioprotection	– Une formation professionnelle sanctionnée par un diplôme dans une profession technique et six mois d'expérience en radioprotection, dont trois dans une installation nucléaire – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe, 3, tableau 3	– Ensemble des activités qui sont autorisées aux agents de radioprotection ainsi que: – Contrôle des demandes de travail, des ordres de réparation par rapport à la nécessité de planifications ou de libérations en matière de radioprotection – Approbation des planifications de la radioprotection pour les activités avec des doses individuelles estimées inférieures à 10 mSv ou des doses collectives inférieures à 30 mSv/pers. – Libération d'interventions en cas de perturbation de l'exploitation ou de défaillance si les doses individuelles sont inférieures à 10 mSv ou les doses collectives à 30 mSv/pers.
K4 – Préposés en radioprotection	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, nº de profession I 1	– Prise en charge de tâches de routine en radioprotection selon accord écrit: p. ex., surveillance de l'état radiologique en laboratoire, préparation et mise en œuvre de mesures de radioprotection, comptabilité par le biais de l'inventaire des sources
K5 – Personnel de laboratoire	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, nº de profession I 19	– Toutes les activités autorisées mentionnées à l'annexe 4, no de profession I 19
K6 – Experts dans le transport de substances radioactives	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, nº de profession I 11	– Toutes les activités autorisées mentionnées à l'annexe 4, no de profession I 11
K7 – Conducteurs de véhicules transportant des substances radioactives	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, nos de profession I 16 ou I 17 (classe 7)	– Toutes les activités autorisées mentionnées à l'annexe 4, nos de profession I 16 ou I 17 (classe 7)

Tableau 2: compétences

Les cycles de formation reconnus garantissent que les personnes disposent des compétences, connaissances et aptitudes suivantes:

Compétences / nº de profession	K1	K2	K3
Conseiller le titulaire de l'autorisation et le personnel des installations nucléaires en cas de questions sur la radioprotection	x	x	x
Garantir le respect des valeurs limites dans la radioprotection en établissant des directives générales pour l'entreprise, en particulier par la définition de valeurs d'intervention (seuils d'alerte), documenter la répartition des tâches dans la radioprotection	x	–	–
Définir des secteurs contrôlés ou surveillés, classer les types de zones et secteurs et édicter des mesures correspondantes	x	x	x
Pour les modifications d'installations nécessitant un permis d'exécution et les activités complexes, établir une planification de la radioprotection en tenant compte du principe de l'optimisation, y compris la définition des mesures de protection et de surveillance techniques et administratives, l'estimation des doses, la détermination des doses cible et des valeurs d'intervention spécifiques de même que l'édiction de directives par activité	x	x	–
Pour les activités simples, définir les mesures de protection et de surveillance techniques et administratives en tenant compte du principe de l'optimisation	x	x	x
Répartir le personnel et les visiteurs selon la catégorie d'exposition (non professionnel, professionnel A/B)	x	x	–
Organiser l'administration des personnes professionnellement exposées aux radiations et assurer la dosimétrie individuelle de toutes les personnes concernées	x	x	x
Assurer la correspondance avec les autorités compétentes, assumer en particulier les obligations de libération, d'annonce et de rapport à l'intention de l'IFSN	x	x	–
Se comporter conformément aux règles de radioprotection dans le secteur contrôlé, préparer des mesures de protection et de surveillance spécifiques aux activités, utiliser correctement les moyens de protection, respecter les directives	x	x	x
Utiliser et entreposer les sources radioactives conformément à la loi	x	x	x
Garantir l'exploitation des installations permettant de produire un rayonnement ionisant conformément à la loi	x	x	x

Compétences / nº de profession	K1	K2	K3
Effectuer correctement la mesure des rayonnements concernant la surveillance de l'enceinte, de l'installation, du système, du local, du poste de travail et des personnes, et bien interpréter les résultats	x	x	x
Éliminer les déchets radioactifs, les eaux usées et émettre les rejets dans l'atmosphère conformément à la loi	x	x	–
Mesurer des matières ou des secteurs pour une libération conformément à la loi	x	x	x
Emballer les colis radioactifs conformément à la loi	x	x	x
Contrôler l'application des directives de l'entreprise	x	x	x
Garantir le calibrage et le fonctionnement des instruments de mesure nécessaires	x	x	x
Organiser la formation et la formation continue des personnes soumises à l'obligation de formation	x	–	–
Instruire les autres personnes dans l'enceinte de l'entreprise, en fonction du danger potentiel, sur les risques sanitaires, les directives de l'entreprise, le comportement qui respecte les règles de radioprotection, les méthodes de travail, les mesures de prévention des défaillances et les mesures d'urgence en cas de défaillance	x	x	x
Définir les mesures de prévention des défaillances visant en particulier à éviter, maîtriser, contenir ou réduire les conséquences radiologiques en collaboration avec les autres secteurs de l'installation nucléaire	x	–	–
Organiser, par précaution, les processus de communication et leur contenu en cas de défaillance	x	–	–
Identifier les écarts par rapport aux conditions normales, intervenir et les annoncer au sein de l'entreprise	x	x	x
Assumer les tâches de radioprotection dans l'organisation de la protection en cas d'urgence, appliquer les mesures d'urgence, gérer les défaillances et évaluer s'il est nécessaire de faire appel à des spécialistes	x	x	x
Évaluer les défaillances et les quasi-défaillances (aussi dans d'autres installations) et prendre des mesures pour les éviter à l'avenir	x	–	–
Garantir une réserve suffisante de moyens de protection et de mesure en cas d'urgence	x	x	–

Tableau 3: contenu et étendue de la formation et de la formation continue

Signification:

1: Connaissances: énumérer, esquisser, désigner, décrire, représenter

2: Compréhension: interpréter, expliquer, commenter, formuler, présenter

3: Application: appliquer, établir, résoudre, réaliser, calculer, concevoir, configurer

4: Analyse: choisir, répartir, analyser, comparer

5: Évaluation: estimer, décider, juger, classer, évaluer

*: 12 mois d'expérience professionnelle en radioprotection (y c. celle qui est exigée comme condition pour suivre le cours), dont 6 mois dans l'installation nucléaire où les candidats doivent exercer la fonction d'expert en radioprotection.

(La comparaison des pondérations n'est possible qu'au sein du numéro de profession)

No de profession	K1*	K2	K3
Étendue de la formation et de la formation continue			
Durée recommandée de l'enseignement, y c. stage au cours du cycle	200 h	480 h	720 h
Durée recommandée du stage encadré à l'issue du cycle de formation dans au moins deux installations nucléaires	80 h	–	240 h
Reconnaissance de la formation nécessaire	oui	oui	oui
Périodicité maximale de la formation continue reconnue	3 ans	3 ans	3 ans
Durée recommandée de la formation continue	16 h	16 h	16 h
Reconnaissance de la formation continue nécessaire	oui	oui	oui
Contenus de la formation			
Bases légales			
Loi et ordonnance sur la radioprotection	4	3	2
Loi et ordonnance sur l'énergie atomique	4	2	1

No de profession	K1*	K2	K3
Ordonnances techniques spécifiques (ordonnance sur la dosimétrie, ordonnance sur les instruments de mesure, etc.)	4	3	3
Directives, règlements, conditions d'autorisation et de libération, recommandations, normes et mémentos	4	3	3
Prescriptions de transport (SDR/ADR)	4	2	2
Convention et recommandations internationales (CIPR, AIEA, WANO, OSPAR, ISOE, VGB, Fachverband für Strahlenschutz, etc.)	4	3	1
Coordination et administration			
Situation juridique, responsabilité dans les entreprises	5	2	2
Tâches, responsabilités et pouvoirs de l'expert, du technicien et de l'agent de radioprotection	5	2	2
Constitution et répartition des tâches de l'organisation de la radioprotection au sein de l'entreprise	5	4	2
Obligations d'autorisation, de libération, d'annonce et de rapport	5	4	2
Règlements internes, directives internes, spécifications techniques, documentation technique	5	4	3
Instruction du personnel de l'entreprise et des visiteurs en radioprotection	4	4	3
Formation et formation continue en radioprotection pour le personnel soumis à l'obligation de formation	5	3	1
Désignation, classification et surveillance des personnes professionnellement exposées aux radiations, y c. examens médicaux	5	5	3
Enregistrement, tenue de registres et modalités d'annonce	5	5	3
Gestion de personnel et de groupes de travail	4	3	2
Gestion de projet et collaboration aux projets	4	4	1
Bases scientifiques, radiophysique, sources radioactives			
Constitution de la matière et carte des nucléides	4	2	2
Radioactivité et types de rayonnements	3	3	2

Nº de profession	K1*	K2	K3
Bases sur la matière: états physiques, matériaux, aérosols	3	3	2
Bases chimiques: tableau périodique, liaisons, réactions chimiques, corrosion, adsorption, échange d'ions	3	2	2
Rayons X (fonctionnement d'un tube à rayons X, voir ci-dessous)	3	3	2
Fission nucléaire, modération et absorption des neutrons, criticalité (fonctionnement d'un réacteur, voir ci-dessous)	2	2	1
Faisceau de particules, rayonnement direct, réactions nucléaires, faisceaux secondaires (fonctionnement d'un accélérateur, voir ci-dessous)	2	2	1
Substances radioactives: matières fissiles, produits d'activation, produits de fission, produits de spallation, radionucléides naturels	4	2	2
Grandeurs, unités, calculs: activité, concentration, contamination	4	3	3
Types de sources radioactives: non scellées, scellées, très volatiles, matrice solide, enveloppe inactive	5	3	3
Interaction du rayonnement avec la matière	3	3	2
Blindage, atténuation et dispersion du rayonnement, rayonnement de freinage	4	3	2
Notions de dose: dose absorbée, dose de ionisation, dose ambiante, facteurs de conversion de dose	4	2	2
Comportement du matériel sous irradiation	4	2	2
Voies d'exposition			
Rayonnement direct, rayonnement dispersé, facteur de constitution, calcul du débit de dose à partir de la répartition de l'activité, submersion, rayonnement du sol	5	3	3
Dispersion atmosphérique et aquatique des substances radioactives, radioécologie, facteurs de transfert	4	2	2
Incorporation, ingestion, inhalation, contamination d'une plaie, contamination de la peau	4	2	2
Radiobiologie/effets des radiations sur l'organisme			
Constitution et fonctionnement des cellules	2	1	1

No de profession	K1*	K2	K3
Action biologique des rayonnements ionisants	2	1	1
Effets déterministes et stochastiques	2	1	1
Personnes présentant un risque accru (enfants en bas âge, jeunes, femmes enceintes)	2	1	1
Action biologique effective (WR)	3	2	1
Radiosensibilité des organes (WT)	3	2	1
Notions de dose: équivalent de dose individuel en profondeur, équivalent de dose individuel en surface, équivalent de dose, dose effective, dose effective engagée	4	3	2
Relation dose-effet, notion de risque	3	2	2
Irradiation de la population	2	1	1
Mesure des radiations			
Principes de mesure des radiations	4	2	2
Connaissance des instruments de mesure	5	3	3
Procédé de mesure, réponse, erreur de mesure, correction de fond, limite de détection, facteurs d'étalonnage	5	4	3
Transmission du signal, seuils d'alarme et d'alerte, signalisation acoustique et visuelle de l'alarme, enregistrement des valeurs de mesure	4	4	2
Mesure de la radiation ambiante et du débit de dose	5	5	5
Détermination de l'activité, mesure de la contamination de l'air et de surface	5	3	3
Recherche de sources	3	3	3
Identification des radionucléides	4	3	2
Surveillance de la contamination interne	4	3	2

Nº de profession	K1*	K2	K3
Surveillance de la dosimétrie individuelle externe	5	3	3
Mesure de la contamination des personnes	5	3	3
Détermination de la dose aux extrémités, au cristallin et à l'organe ainsi que de la dose effective	3	3	2
Révision des instruments de mesure, contrôle du fonctionnement et de la stabilité	3	3	2
Principes et interprétation de la radioprotection			
Principes de justification et d'optimisation	5	5	3
Valeurs limites et niveaux de référence pour la protection du personnel	5	5	3
Valeurs limites et niveaux de référence pour la protection de la population	5	3	2
Secteurs contrôlés et surveillés, types de zones, de domaines et de secteurs de travail	5	3	3
Stratégie de zone, barrière et blindage / stratégie de verrouillage	5	4	3
Stratégie de surveillance	5	4	3
Procédure de décontamination	4	3	3
Gestion des déchets radioactifs	4	3	3
Rejet de substances radioactives dans l'environnement	5	4	2
Utilisation de sources scellées	5	4	3
Révision et contrôle des moyens de protection et dispositifs de sécurité	4	3	3
Transport de substances radioactives	4	3	3
Assurance de qualité en radioprotection	5	3	3

No de profession	K1*	K2	K3
Radioprotection opérationnelle			
Planification de la radioprotection: but, structure et contenu	5	4	3
Estimation des doses en cas de fonctionnement normal et analyse des dangers en cas d'écarts	5	4	3
Mesures de protection techniques	5	4	4
Moyens de protection personnelle			
– contre l'irradiation externe (tabliers de protection, lunettes, etc.)	5	4	3
– contre l'incorporation (masque, masque respiratoire avec filtre, équipement respiratoire à air comprimé, systèmes d'air extérieur, etc.)	5	4	3
– contre la contamination des personnes (gants, combinaisons entières, …)	5	4	3
Mesures de protection administratives			
Application du principe de l'optimisation (comparaison des variantes)	5	5	4
Interfaces avec la sécurité au travail, la protection-incendie, la protection d'ouvrage	3	3	3
Mesures de surveillance opérationnelles			
Choix et application pratique des instruments de mesure des radiations pour l'autorisation et la surveillance de postes de travail	5	5	5
Choix et application pratique des procédés de mesure pour la surveillance des doses individuelles	5	3	3
Choix et application pratique des procédés de mesure pour la libération inactive des matières et la libération des secteurs contrôlés	5	3	3
Objectifs de planification des doses, seuils d'alerte ou d'intervention	5	4	3
Emballage et entreposage de substances radioactives	4	4	3
Décontamination avec mesure de libération subséquente	4	4	4
Documentation: procès-verbaux, journaux de bord de radioprotection, systèmes informatiques	4	3	3

Nº de profession	K1*	K2	K3
Technique des installations et exploitation			
Structure et fonctionnement des centrales nucléaires, principaux types, avantages et inconvénients, particularités	4	2	2
Exploitation normale des centrales nucléaires	4	2	2
Structure et fonctionnement du laboratoire chaud: chapelles, boîtes à gants, cellules chaudes	4	2	2
Structure et fonctionnement des installations de conditionnement et dépôts intermédiaires	4	2	2
Structure et fonctionnement d'une installation radiologique	2	2	2
Structure et fonctionnement d'un accélérateur	2	2	2
Défaillances			
Prévention des défaillances	4	3	2
Gestion des défaillances	4	3	2
Conséquences des défaillances dans la centrale nucléaire	4	3	2
Mesures d'urgence	4	3	3
Conséquences des défaillances en dehors de la centrale nucléaire, voies de diffusion, mesures en cas d'urgence	4	2	2

Annexe 4
(art. 1, al. 2, let. d)

Activités dans les domaines de l'industrie, de l'artisanat, de l'enseignement, de la recherche et du transport

Tableau 1: formation nécessaire et activités autorisées

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
I1 – Experts dans l'utilisation de sources radioactives non scellées dans un secteur de travail B/C	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Distribuer, stocker, éliminer, importer, exporter, faire transiter, transmettre et expédier des sources radioactives non scellées – Fabriquer, utiliser et stocker des substances radioactives non scellées dans les secteurs de travail de type B et C – Distribuer, installer, utiliser, stocker, éliminer, importer, exporter, faire transiter, transmettre et expédier des sources radioactives scellées
I2 – Experts dans l'utilisation de sources radioactives non scellées de faible activité	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Utiliser, stocker et éliminer des sources radioactives non scellées de faible activité dans les secteurs de travail visés à l'art. 95 ORaP
I3 – Experts pour l'analyse du matériel	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Distribuer, installer, utiliser, stocker, éliminer, importer, exporter, faire transiter et transmettre des sources radioactives scellées pour les essais de matériaux en usage stationnaire ou mobile – Distribuer et utiliser des installations à des fins de production de rayonnement ionisant pour les essais de matériaux en usage stationnaire ou mobile – Définir le secteur contrôlé

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
I4 – Experts dans l'utilisation de sources radioactives scellées et d'installations sans protection totale	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Distribuer, installer, utiliser, stocker, éliminer, importer, exporter, faire transiter et transmettre des sources radioactives scellées – Distribuer et utiliser des installations à des fins de production de rayonnement ionisant
I5 – Experts dans le commerce et l'expédition de sources radioactives	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Distribuer, installer, utiliser, stocker, éliminer, importer, exporter, faire transiter, transmettre et expédier des sources radioactives scellées – Distribuer et utiliser des installations à des fins de production de rayonnement ionisant
I6 – Experts pour le contrôle de la présence de substances radioactives	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Distribuer, installer, utiliser, stocker, éliminer, importer, exporter, faire transiter et transmettre des sources radioactives scellées – Distribuer et utiliser des installations à des fins de production de rayonnement ionisant – Contrôler la présence de substances radioactives dans des déchets, des résidus ou des matériaux à recycler
I7 – Experts dans l'utilisation d'installations sans protection totale	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Installer, distribuer, utiliser des accélérateurs de faible puissance et des installations radiologiques sans application directe à l'être humain dans des salles d'irradiation – Utiliser des sources de flash à rayons X de manière mobile. Définir le secteur contrôlé
I8 – Experts dans l'utilisation d'installations radiologiques portatives de faible puissance	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Utiliser des installations radiologiques portatives de faible puissance en usage stationnaire ou mobile – Définir le secteur contrôlé

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
I9 – Experts dans l'utilisation d'installations à protection totale	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Utiliser des installations à des fins de production de rayonnement ionisant avec protection totale
I10 – Experts dans l'utilisation de sources radioactives scellées de faible activité	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Utiliser, stocker, éliminer, importer, exporter et faire transiter des sources radioactives scellées de faible activité
I11 – Experts dans le transport de substances radioactives	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Surveiller l'expédition et le transport de substances radioactives sur la route conformément à la classe 7 de l'ADR/SDR
I12 – Experts dans le placement de personnel externe	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Placer des personnes professionnellement exposées aux radiations dans des entreprises tierces
I13 – Experts dans l'utilisation de NORM	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Utiliser, stocker et éliminer des matières qui ne contiennent que des radionucléides naturels (NORM) au sens de l'art. 21, al. 2, ORaP – Engager des personnes professionnellement exposées aux radiations en présence de NORM
I14 – Experts en cas d'exposition accrue au radon	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Engager des personnes professionnellement exposées aux radiations en cas de concentration de radon accrue au sens de l'art. 63, al. 1, lett. d, ORaP

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
I15 – Experts dans les activités d'enseignement à l'école	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Utiliser, stocker, éliminer, importer, exporter et faire transiter des sources radioactives scellées de faible activité dans les écoles
I16 – Conducteurs de véhicules transportant des substances radioactives selon SDR	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Transporter des substances radioactives sur la route selon la classe 7 SDR (uniquement valable en Suisse)
I17 – Conducteurs de véhicules transportant des substances radioactives selon ADR	– Cours ADR de base	– Transporter des substances radioactives sur la route selon la classe 7 ADR
I18 – Chefs de laboratoire	– Diplôme en sciences naturelles ou – Diplôme sanctionnant un cycle de formation reconnu pour le personnel de laboratoire – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Assumer des tâches de radioprotection à l'égard d'autres personnes et instruire d'autres personnes à l'utilisation de sources radioactives non scellées dans les secteurs de travail de type B et C
I19 – Personnel de laboratoire	– Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Assumer des tâches de radioprotection à l'égard d'autres personnes – Utiliser des sources radioactives non scellées dans les secteurs de travail de type B et C

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
I20 – Consultants en radon	– Diplôme de bachelor ou de master d'une haute école spécialisée ou d'une université dans le domaine de la construction ou en sciences naturelles, ou – Apprentissage sanctionné par un diplôme dans le domaine de la construction ou dans le domaine technique – Une formation en radioprotection reconnue au sens de l'annexe 4, tableau 3	– Donner des conseils concernant les mesures de lutte contre le radon pour les nouvelles constructions et les transformations – Planifier et engager des processus d'assainissement liés au radon

Tableau 2: compétences

Les cycles de formation reconnus garantissent que les personnes disposent des compétences, connaissances et aptitudes suivantes:

Compétences / nº de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17	I 18	I 19	I 20
Organiser la procédure d'autorisation et assurer la correspondance avec les autorités compétentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–
Organiser l'administration des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession et assurer la dosimétrie individuelle de toutes les personnes concernées	x	–	x	x	–	–	x	–	–	–	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–
Établir des directives pour l'entreprise et contrôler leur application	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–
Conseiller le titulaire de l'autorisation en cas de questions sur la radioprotection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x	–	–	–	–	–
Garantir le respect des valeurs limites dans la radioprotection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	–	x
Définir des méthodes de travail conformes aux règles de radioprotection pour les sources ou installations radioactives en tenant compte du principe de l'optimisation et les surveiller	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	–	x	–	–	x	–	–
Appliquer des méthodes de travail conformes aux règles de radioprotection pour les sources ou installations radioactives	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	–	x	x	–	x	x	–
Définir des secteurs contrôlés ou surveillés et édicter des mesures correspondantes	x	x	x	x	–	x	x	x	–	–	–	–	x	x	x	–	–	–	–	–
Stocker les sources radioactives conformément à la loi	x	x	x	x	x	x	–	–	–	x	–	–	x	–	x	–	–	x	–	–

Compétences / nº de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17	I 18	I 19	I 20
Éliminer les déchets radioactifs, les eaux usées et émettre les rejets dans l'atmosphère conformément à la loi	x	x	x	x	x	x	–	–	–	x	–	–	x	–	x	–	–	–	–	–
Mesurer des matières ou des secteurs pour une libération conformément à la loi	x	x	–	–	–	x	–	–	–	–	x	–	–	–	x	–	–	x	x	–
Effectuer correctement la mesure des rayonnements et bien interpréter les résultats	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	x	–	x	x	x	x	–	x	x	x
Garantir le fonctionnement des instruments de mesure nécessaires	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	x	–	x	x	x	–	–	x	x	x
Instruire ou assurer la formation et la formation continue d'autres personnes à un comportement qui respecte les règles de radioprotection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	–	–	x	–	–
Connaître les limites de ses propres compétences, connaissances et aptitudes en radioprotection et, si nécessaire, faire appel à des spécialistes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x	x	x	x	x	–
Définir et mettre en œuvre des mesures visant à prévenir les défaillances	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	–	x	–	x	x	x	x	x	–
Organiser, par précaution, les processus de communication et leur contenu en cas de défaillance	x	–	x	x	x	x	–	–	–	–	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–
Gérer les défaillances et évaluer s'il est nécessaire de faire appel à des spécialistes	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	–	x	–	x	x	x	x	x	–
Évaluer les défaillances et les quasi-défaillances, et prendre des mesures pour les éviter à l'avenir	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Comprendre et expliquer la problématique du radon et la stratégie de protection en la matière en Suisse	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x

Compétences / nº de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17	I 18	I 19	I 20
Donner des conseils sur l'état de la technique s'agissant des mesures de lutte contre le radon pour les nouvelles constructions ou les transformations	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x
Planifier et entreprendre des processus d'assainissement lié au radon conformément à l'état de la technique	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x

Tableau 3: contenu et étendue de la formation et de la formation continue

Signification:

1: Connaissances: énumérer, esquisser, désigner, décrire, représenter

2: Compréhension: interpréter, expliquer, commenter, formuler, présenter

3: Application: appliquer, établir, résoudre, réaliser, calculer, concevoir, configurer

4: Analyse: choisir, répartir, analyser, comparer

5: Évaluation: estimer, décider, juger, classer, évaluer

*: Les exigences relatives à la durée de la formation, aux contenus de l'enseignement et à la formation continue doivent être prises en compte selon l'ADR

**: Reconnaissance de la formation continue uniquement nécessaire en cas d'exercice de la fonction d'expert

(La comparaison des pondérations n'est possible qu'au sein du numéro de profession)

No de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Étendue de la formation et de la formation continue																				
Durée recommandée de l'enseignement de la formation	80 h	24 h	40 h	24 h	24 h	24 h	16 h	8 h	8 h	8 h	32 h	8 h	16 h	16 h	8 h	16 h		24 h	40 h	32 h
Reconnaissance de la formation nécessaire	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Périodicité maximale de la formation continue	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	5 ans	–	–	–	5 ans	–	–	5 ans	–	5 ans		5 ans	5 ans	5 ans
Durée recommandée de la formation continue	16 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	–	–	–	8 h	–	–	8 h	–	16 h		8 h	8 h	8 h
Reconnaissance de la formation continue nécessaire	oui**	non	oui	non	non	non	non	–	–	–	oui	–	–	non	–	oui	oui	non	non	non

Nº de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Contenus de la formation																				
Bases légales																				
Loi et ordonnance sur la radioprotection	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1		3	1	3
Ordonnances techniques spécifiques	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	–	1		3	1	–
Principes de justification et d'optimisation	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	3	–		3	1	3
Valeurs limites et niveaux de référence	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1		1	1	2
Prescriptions de transport (SDR/ADR)	1	1	–	1	3	1	–	–	–	–	3	–	–	–	–	3		1	–	–
Procédure d'autorisation	4	4	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	–		1	1	–
Directives, règlements, recommandations, normes et mémentos	2	–	1	2	2	2	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–		–	–	2
Recommandations internationales (CIPR, AIEA)	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	1	–	1	1	1	–		1	–	1
Coordination et administration																				
Situation juridique, responsabilité dans les entreprises	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–		–	–	–
Tâches et responsabilités de l'expert	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–		–	–	–

No de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Directives internes	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–		–	–	–
Instruction des personnes concernées en radioprotection	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–		–	–	3
Formation et formation continue en radioprotection pour le personnel soumis à l'obligation de formation	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–		–	–	–
Désignation, classification et surveillance des personnes professionnellement exposées aux radiations	3	–	3	3	–	–	3	–	–	–	3	3	3	3	–	–		–	–	–
Prévention des défaillances	5	3	5	3	3	3	3	–	–	–	3	–	–	–	3	3		3	3	–
Enregistrement, tenue de registres et modalités d'annonce	3	3	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–		–	–	–
Radiophysique																				
Constitution de la matière et carte des nucléides	2	1	1	1	1	1	–	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Radioactivité et types de rayonnements	3	3	2	2	2	2	–	–	–	1	2	1	2	2	1	1		3	1	2
Interaction du rayonnement avec la matière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1

Nº de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Notions de dose (pour la radiobiologie)	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1		1	1	2
Blindage et atténuation du rayonnement	4	2	3	2	2	2	2	2	1	1	2	–	1	–	2	1		2	2	1
Production de substances radioactives	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–		–	–	1
Fonctionnement d'un tube à rayons X/d'un accélérateur	–	–	3	3	–	–	3	1	1	–	–	–	–	–	2	–		–	–	–
Radiobiologie/effets des radiations sur l'organisme																				
Action biologique des rayonnements ionisants	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Effets déterministes et stochastiques	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2	2
Irradiation de la population	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2	2
Problématique du radon et protection dans le cadre des nouvelles constructions et des transformations	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	5
Relation dose-effet, notion de risque	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–		–	–	1
Mesure des radiations																				
Principes de mesure des radiations	1	1	1	1	1	1	1	–	–	–	1	–	1	1	1	–		1	1	3

No de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Connaissance des instruments de mesure (dépendance énergétique, …)	4	4	4	4	4	2	4	–	–	–	4	–	2	2	1	–		3	1	1
Mesure de la radiation ambiante et du débit de dose	1	1	1	1	1	1	1	–	–	–	1	–	1	–	1	1		1	1	1
Mesure de la contamination	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–		1	1	1
Dosimétrie individuelle de l'irradiation externe	1	–	1	1	–	–	1	–	–	–	1	–	1	–	1	–		1	1	1
Surveillance de la contamination interne	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–		1	1	1
Identification des radionucléides	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	1
Détermination de la dose effective	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	3	–	–		1	–	1
Radioprotection opérationnelle																				
Application pratique des instruments de mesure des radiations	4	4	4	4	4	4	4	–	–	–	4	–	4	4	4	3		3	3	4
Secteurs contrôlés et surveillés	5	2	3	2	2	2	2	3	–	–	–	1	2	2	2	–		3	1	3
Planification du travail, méthodes de travail et recours aux moyens de protection	5	3	3	3	3	3	3	3	–	–	–	–	3	3	3	–		4	3	–

Nº de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Entreposage de substances radioactives	3	3	3	3	3	3	–	–	–	2	–	–	3	–	3	–		3	1	–
Sécurisation des sources	3	3	3	3	3	3	–	–	–	3	3	–	3	–	3	3		3	3	–
Application du principe de l'optimisation	5	2	3	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–		2	–	2
Mesures de protection personnelle; moyens de protection personnelle	4	3	3	3	3	3	2	2	1	1	2	1	3	2	3	1		3	3	1
Mesures de protection techniques	4	1	3	1	1	–	3	1	3	1	–	–	3	3	1	–		3	3	–
Décontamination du matériel et des postes de travail	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–		3	3	1
Décontamination des personnes	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–		3	3	1
Gestion des déchets radioactifs	4	4	3	3	3	3	–	–	–	3	–	–	3	1	2	–		3	3	1
Rejet de substances radioactives dans l'environnement	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–		3	3	1
Contrôle de l'étanchéité des sources scellées	3	–	1	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–		–	–	–
Révision, contrôle des dispositifs de sécurité	3	–	3	3	3	–	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–

No de profession	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Comportement en cas de défaillance, communication	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	3	3	–	3	3		3	3	–
Emballage et transport de substances radioactives	1	1	–	1	3	1	–	–	–	–	4	–	1	–	–	3		–	–	–
Travaux pratiques: comportement et travaux dans les secteurs contrôlés	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		4	3	–
Inspection de bâtiments assainis en lien avec le radon	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	4
État des lieux de la situation du radon pour un bâtiment pollué et élaboration d'une stratégie d'assainissement	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	5

Annexe 5
(art. 1, al. 2, let. e)

Personnes qui peuvent manipuler des rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité au sein d'autorités, d'administrations, de la protection de la population, de l'armée ainsi que d'organisations et d'entreprises exploitant des infrastructures critiques ou des services publics ainsi que pour les personnes astreintes au sens de l'art. 154 ORaP:

Tableau 1: formation nécessaire et activités autorisées

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
N1 – Personnes chargées de la radioprotection dans les domaines de la conduite et de l'aide à la conduite	– Une formation en radioprotection correspondant à leur activité et à leur responsabilité, reconnue au sens de l'annexe 5, tableau 3	– Conseiller les responsables de leurs organisations et des tiers dans la gestion des incidents présentant une menace due au rayonnement ionisant – En cas d'incident, ordonner des mesures conformes au droit – Organiser une protection appropriée et la dosimétrie des membres de leur organisation, de tiers et de l'environnement – Former les personnes dans leur organisation (N4) et les instruire en cas d'engagement – Instruire les personnes astreintes (N5) pour un engagement imminent en lien avec une menace due au rayonnement ionisant
N2 – Personnes chargées de la radioprotection dans le domaine de l'engagement	– Une formation en radioprotection correspondant à leur activité et à leur responsabilité, reconnue au sens de l'annexe 5, tableau 3	– Gérer les incidents présentant une menace due au rayonnement ionisant – Se protéger et protéger les tiers et l'environnement de manière optimale – Former les personnes dans leur organisation (N4) et les instruire en cas d'engagement – Instruire les personnes astreintes (N5) pour un engagement imminent en lien avec une menace due au rayonnement ionisant

Domaine d'application	Formation nécessaire	Activités autorisées
N3 – Personnes chargées de la radioprotection dans les domaines de la formation et de l'instruction des forces d'intervention et des personnes astreintes	– Une formation en radioprotection correspondant à leur activité et à leur responsabilité, reconnue au sens de l'annexe 5, tableau 3	– Former les personnes dans leur organisation (N4) dans le cadre de leur formation réglementaire et les instruire en cas d'engagement – Instruire les personnes astreintes (N5) pour un engagement imminent en lien avec une menace due au rayonnement ionisant
N4 – Forces d'intervention	– Des connaissances de base en radioprotection conformes à leur activité et à leur responsabilité dans le cadre de leur formation au sens de l'annexe 5, tableau 3	– Remplir leurs tâches premières en tenant particulièrement compte de la menace due au rayonnement ionisant – Se protéger et protéger les tiers
N5 – Personnes astreintes	– Instruction en cas d'incident avant l'engagement au sens de l'annexe 5, tableau 3	– Remplir leurs tâches premières en tenant particulièrement compte de la menace due au rayonnement ionisant – Se protéger et protéger les tiers

Tableau 2: compétences

Les cycles de formation reconnus garantissent que les personnes disposent des compétences, connaissances et aptitudes suivantes:

* Les contenus sont transmis avant l'engagement en cas d'incident sous la forme d'une instruction

Compétences / no de profession	N1	N2	N3	N4	N5*
Assurer la correspondance avec les autorités compétentes	x	x	x	–	–
Organiser l'administration des personnes professionnellement exposées aux radiations et assurer la dosimétrie individuelle de toutes les personnes concernées	x	x	–	–	–
Établir des directives pour l'entreprise, les appliquer et en contrôler le respect	x	x	x	–	–
Conseiller les services/personnes responsables et les tiers en cas de questions sur la radioprotection et proposer des mesures appropriées	x	x	x	–	–
Garantir le respect des valeurs limites	x	x	–	–	–
Définir des méthodes de travail conformes aux règles de radioprotection pour les sources ou installations radioactives en tenant compte du principe de l'optimisation et les surveiller	x	x	–	–	–
Appliquer des méthodes de travail conformes aux règles de radioprotection pour les sources ou installations radioactives en tenant compte du principe de l'optimisation	x	x	x	x	x
Définir des secteurs contrôlés ou surveillés et édicter des mesures correspondantes	x	x	–	–	–
Stocker les sources radioactives conformément à la loi	x	x	x	–	–
Éliminer les déchets radioactifs, les eaux usées et émettre les rejets dans l'atmosphère conformément à la loi	x	x	–	–	–
Mesurer des matières ou des secteurs pour une libération conformément à la loi	x	x	–	–	–
Effectuer correctement la mesure des rayonnements et bien interpréter les résultats	x	x	x	–	–
Garantir le fonctionnement des instruments de mesure nécessaires	x	x	x	–	–

Compétences / no de profession	N1	N2	N3	N4	N5*
Assurer la formation et la formation continue d'autres personnes à un comportement qui respecte les règles de radioprotection	x	x	x	–	–
Instruire d'autres personnes à un comportement qui respecte les règles de radioprotection	x	x	x	–	–
Connaître les limites de ses propres compétences, connaissances et aptitudes en radioprotection et, si nécessaire, faire appel à des spécialistes	x	x	x	x	x
Définir et mettre en œuvre des mesures visant à prévenir les défaillances	x	–	–	–	–
Gérer les défaillances et évaluer s'il est nécessaire de faire appel à des spécialistes	x	x	–	–	–
Évaluer les défaillances et les quasi-défaillances	x	x	–	–	–
Organiser, par précaution, les processus de communication et leur contenu en cas de défaillance	x	–	–	–	–
Évaluer la situation radiologique locale et les risques qui en découlent	x	x	–	–	–
Évaluer les risques d'une intervention prévue en cas de menace due au rayonnement ionisant afin d'éviter des risques inconsidérés et d'ordonner des mesures	x	x	–	–	–
Mener des interventions en cas de menace due au rayonnement ionisant	x	x	–	–	–
Identifier une menace due au rayonnement ionisant sur le lieu de l'intervention et réagir en conséquence	x	x	–	x	x
Maîtriser les principes de la prise en charge des blessés et en particulier de la gestion d'un afflux massif de blessés suite à une défaillance radioactive	x	x	–	–	–
Garantir le fonctionnement de l'équipement de radioprotection	x	x	x	x	x
Récupérer et mettre en sécurité les sources radioactives	x	x	–	–	–

Tableau 3: contenu et étendue de la formation et de la formation continue

Signification:

1: Connaissances: énumérer, esquisser, désigner, décrire, représenter
2: Compréhension: interpréter, expliquer, commenter, formuler, présenter
3: Application: appliquer, établir, résoudre, réaliser, calculer, concevoir, configurer
4: Analyse: choisir, répartir, analyser, comparer
5: Évaluation: estimer, décider, juger, classer, évaluer

Pour les groupes professionnels N5, les contenus sont transmis en cas d'incident sous la forme d'une instruction.
(La comparaison des pondérations n'est possible qu'au sein du numéro de profession)

Nº de profession	N1	N2	N3	N4	N5*
Étendue de la formation et de la formation continue					
Durée recommandée de l'enseignement d'un cycle	24 h	32 h	16 h	–	–
Reconnaissance de la formation nécessaire	oui	oui	oui	non	non
Périodicité maximale de la formation continue	5 ans	5 ans	5 ans	–	–
Durée recommandée de la formation continue	8 h	8 h	8 h		–
Reconnaissance de la formation continue nécessaire	non	non	non	non	non
Contenus de la formation					
Bases légales					
Loi et ordonnance sur la radioprotection	5	3	3	1	–
Principes de justification et d'optimisation	3	3	1	–	–
Valeurs limites et niveaux de référence	3	3	2	1	1

No de profession	N1	N2	N3	N4	N5*
Ordonnances techniques spécifiques, directives, règlements, recommandations, normes et mémentos	4	4	3	1	–
Prescriptions de transport (SDR/ADR)	4	5	2	1	–
Recommandations internationales (CIPR, AIEA)	1	1	1	–	–
Coordination et administration					
Directives internes	5	5	3	–	–
Radioprotection, formation et formation continue du personnel	5	5	5	–	–
Radioprotection, instruction des personnes astreintes	4	4	4	–	–
Surveillance des personnes exposées aux radiations	5	4	–	–	–
Tenue de registres et modalités d'annonce	5	4	2	–	–
Contrôle de qualité, contrôle de stabilité	5	5	3	–	–
Organisations d'intervention en cas d'urgence et leur environnement	5	3	2	1	–
Radiophysique					
Constitution de la matière et carte des nucléides	2	2	2	1	–
Radioactivité et types de rayonnements	2	2	2	1	–
Interaction du rayonnement avec la matière	3	3	2	1	–
Notions de dose	2	2	2	–	–
Blindage et atténuation du rayonnement	3	3	2	1	–

Nº de profession	N1	N2	N3	N4	N5*
Radiobiologie/effets des radiations sur l'organisme					
Action biologique des rayonnements ionisants	3	2	2	1	–
Exposition de l'être humain aux rayonnements d'origine naturelle	2	2	2	1	1
Radiosensibilité des organes	3	2	1	–	–
Effets déterministes et stochastiques	3	2	2	–	–
Personnes présentant un risque accru (enfants en bas âge, jeunes, femmes enceintes)	3	2	2	2	1
Relation dose-effet, notion de risque	3	3	2	1	1
Mesure des radiations					
Principes de mesure des radiations	3	4	2	–	–
Connaissance des instruments de mesure	3	5	2	1	1
Mesure de la radiation ambiante et du débit de dose	3	4	2	–	–
Mesure de la contamination	4	4	2	–	–
Dosimétrie individuelle de l'irradiation externe	5	4	2	–	–
Surveillance de la contamination interne	4	2	1	–	–
Identification des radionucléides	3	4	2	–	–
Détermination de la dose effective	3	3	–	–	–
Radioprotection opérationnelle					
Application pratique des instruments de mesure des radiations	3	5	2	1	1
Secteurs contrôlés et surveillés	4	5	2	1	–

No de profession	N1	N2	N3	N4	N5*
Planification du travail, méthodes de travail et recours aux moyens de protection	4	5	2	–	–
Application du principe de l'optimisation	4	4	2	2	1
Comportement et travail dans le secteur contrôlé	4	5	2	2	2
Comportement en cas de défaillance; communication	4	4	2	2	2
Mesures de protection personnelle; moyens de protection personnelle	4	5	3	3	3
Mesures de protection techniques	4	5	2	1	–
Décontamination du matériel, des postes de travail et des zones sinistrées	4	5	2	1	–
Décontamination des personnes	4	5	2	1	–
Sécurisation des sources	4	5	1	1	1
Entreposage de substances radioactives	5	5	2	–	–
Rejet de substances radioactives dans l'environnement	5	4	2	1	1
Gestion des déchets radioactifs	4	5	2	–	–
Emballage et transport de substances radioactives	4	5	2	1	–

Tableau 4: service/personne responsable de la formation

1 Les services/personnes responsables connaissent leurs tâches et l'importance de leurs organisations dans le cadre global de la radioprotection à l'échelle nationale.

2 En cas d'incident, ils assument la responsabilité des mesures proposées et ordonnées.

3 Au préalable, ils pourvoient à des instruments et processus efficaces pour remplir les tâches de leur organisation en cas d'incident et garantissent le contrôle périodique du niveau de formation par le biais d'exercices.

4 Ils assurent par ailleurs les contrôles et la mise en œuvre des mesures d'amélioration.

5 Ils garantissent qu'ils disposent d'un nombre de personnes suffisant des groupes professionnels N1 à N3 conformément à leur grandeur et à leur structure.

Provenance des personnes	Organisation, par exemple	Service responsable
Membres des autorités et des administrations	Administration des douanes, états-majors du CF et des départements fédéraux	Direction de l'autorité concernée, administration
Personnes et organisations de la protection de la population	Police, sapeurs-pompiers, services de sauvetage sanitaires et protection civile, armée, organes de conduite cantonaux	Commandement/direction de l'organisation concernée
Personnes et entreprises telles qu'équipes de mesure et de protection contre les rayonnements, pour parer aux dommages immédiats	Organisme de mesure et de prélèvement d'échantillons du canton	Service désigné par le canton et/ou la Confédération
Personnes et entreprises de transports publics et privés, pour effectuer des transports de personnes et de marchandises ainsi que des évacuations	CFF, CarPostal SA et entreprises de transport concessionnaires (ETC)	Direction du groupe et/ou de l'entreprise
Personnes et entreprises, pour parer aux dommages indirects, par exemple prendre des mesures à la source en vue d'empêcher une extension de la contamination du voisinage	Entreprises	Titulaire de l'autorisation et/ou direction de l'entreprise
Médecins et personnel médical spécialisé pour dispenser des soins aux personnes contaminées par la radioactivité ou à d'autres personnes concernées	Hôpitaux de soins aigus, services sanitaires et de transport des malades	Direction de la santé ou autre service désigné par le canton

Provenance des personnes	Organisation, par exemple	Service responsable
Personnes et entreprises qui doivent maintenir des infrastructures critiques dans le cadre de leurs activités professionnelles et entrepreneuriales usuelles	Entreprises électriques, Swisscom et autres entreprises de télécommunications	Direction du groupe et/ou de l'entreprise
Personnes et entreprises qui doivent maintenir des services publics d'une nécessité absolue dans le cadre de leurs activités professionnelles et entrepreneuriales usuelles	Poste, banques, grands distributeurs	Direction du groupe et/ou de l'entreprise

Ordonnance du DFI sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs de particules utilisés à des fins médicales

(Ordonnance sur les accélérateurs, OrAc)

du ... Projet pour l'audition

Le Département fédéral de l'intérieur (DFI),

vu les art. 24, al. 3, 43, al. 5, 47, al. 2, 98, al. 4, 101, 103, al. 2 et 112, al. 2 de l'ordonnance du... sur la radioprotection (ORaP)[1],

arrête:

Section 1 Dispositions générales

Art. 1 But, objet et champ d'application

[1] La présente ordonnance vise à protéger les patients, les utilisateurs, les tiers et l'environnement contre les rayonnements ionisants émis lors de la mise en service et de l'utilisation d'accélérateurs d'électrons (accélérateurs), ou d'autres particules, utilisés à des fins médicales dans des buts thérapeutiques en médecine humaine et vétérinaire.

[2] Elle règlemente:

a. le montage et l'exploitation des accélérateurs et des dispositifs d'imagerie aux photons dans le domaine des mégavolts (imagerie MV), en particulier la radioprotection liée à la construction, l'organisation et le contrôle par le titulaire de l'autorisation, le devoir de diligence et le programme d'assurance de qualité (art. 2 à 27);

b. la procédure permettant de fixer l'état de la science et de la technique applicable au montage et à l'exploitation des autres accélérateurs de particules utilisés à des fins médicales (art. 28).

[3] Pour la mise sur le marché des accélérateurs, les prescriptions de l'ordonnance du 17 octobre 2001 sur les dispositifs médicaux (ODim)[2] sont applicables.

[4] Le montage et l'exploitation, comprenant également le contrôle de la qualité, des systèmes d'imagerie dans le domaine des kilovolts, en vue du contrôle du positionnement, de la planification et de la simulation à l'aide de rayonnement X, doivent être conformes aux exigences de l'ordonnance du … sur les installations radiologiques à usage médical[3].

RS **814.501.513**

1 RS **814.501**
2 RS **812.213**
3 RS **814.542.1**

Art. 2 Définitions

Sont applicables les définitions figurant à l'art. 2 et à l'annexe 1 ORaP ainsi qu'à l'annexe 1.

Art. 3 Dérogations

L' Office fédéral de la santé publique (OFSP) peut, au cas par cas et sur demande, autoriser une dérogation aux prescriptions de la présente ordonnance si:

a. l'expérience et l'état de la science et de la technique l'exigent pour une nouveauté technique ou une application particulière; et

b. des mesures adéquates garantissent que le risque radiologique reste inchangé.

Section 2 Radioprotection liée à la construction

Art. 4 Emplacement des accélérateurs

1 Les accélérateurs doivent être exploités dans un local d'irradiation. Le dispositif de commande doit être placé hors du local d'irradiation.

Art. 5 Local d'irradiation

1 Le local d'irradiation doit être aménagé comme un secteur surveillé conformément à l'art. 97 ORaP.

2 Le local d'irradiation doit être protégé conformément à l'art. 7.

3 Il doit être possible de quitter à tout instant le local d'irradiation. Des instructions signalant clairement les issues de secours sont affichées bien en évidence par le titulaire de l'autorisation dans le local d'irradiation.

4 Sous réserve de l'al. 5, le local doit disposer d'une porte d'accès suffisamment blindée, munie d'un dispositif qui n'autorise l'enclenchement de l'irradiation et le fonctionnement en mode d'irradiation que lorsqu'elle est fermée. Si la porte d'accès est motorisée, des dispositifs de commande doivent être placés aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur du local d'irradiation. En cas de panne de la commande, il faut pouvoir ouvrir la porte depuis les deux côtés.

5 Il n'est pas nécessaire de prévoir une porte d'accès si l'on peut garantir, par la disposition de l'entrée du local, qu'en conditions d'exploitation normales les valeurs directrices hebdomadaires du débit de dose ambiante ne sont dépassées dans aucun endroit accessible.

6 Il faut garantir par des dispositifs appropriés que le patient peut être observé en continu durant l'irradiation à partir du pupitre de commande et qu'il est en communication verbale avec le personnel.

7 Dans le cas où la production de substances radioactives par effet photonucléaire est possible, l'installation du système de ventilation et de climatisation doit être dimen-

sionnée de sorte que le local d'irradiation soit en faible dépression par rapport à l'entrée. Son fonctionnement doit être contrôlé périodiquement, notamment lors de modifications de nature architecturale ou technique.

Art. 6 Accélérateur

1 L'enclenchement de l'irradiation ne doit être possible qu'à partir du pupitre de commande placé hors du local d'irradiation.

2 Le pupitre de commande doit être équipé d'un dispositif d'interruption instantanée de l'irradiation et du mouvement de l'accélérateur et doit être sécurisé contre toute manipulation par des personnes non autorisées.

3 Un système approprié doit garantir que l'irradiation en cours s'arrête instantanément si quelqu'un pénètre dans le local d'irradiation.

4 Des dispositifs d'arrêt d'urgence de l'accélérateur doivent être placés dans le local d'irradiation, à raison d'un dispositif de chaque côté de la tête d'irradiation, dans le labyrinthe et dans le local de commande.

5 Des signaux lumineux indiquant l'état de fonctionnement de l'accélérateur doivent être apposés de manière bien visible à l'entrée et à l'intérieur du local d'irradiation. L'état de fonctionnement «irradiation en cours» doit être indiqué en rouge.

Art. 7 Protections

1 Les parois qui délimitent le local d'irradiation doivent être dimensionnées de sorte que les doses ambiantes indiquées à l'art. 8 ne soient pas dépassées dans les conditions d'exploitation prévues. On tiendra compte de la possibilité d'irradiation du même endroit par plusieurs sources.

2 Les bases de calcul des protections requises sont précisées à l'annexe 2.

Art. 8 Valeurs directrices de la dose ambiante

1 Dans les secteurs contigus au local d'irradiation, les doses ambiantes suivantes ne doivent être dépassées à aucun endroit:

a.	0,02 mSv pendant une semaine	aux endroits situés hors du secteur surveillé;
b.	0,1 mSv pendant une semaine	aux endroits situés à l'intérieur du secteur surveillé.

2 Aux endroits situés hors du secteur surveillé dans lesquels un séjour durable n'est pas envisagé et où aucun poste de travail n'est installé, une dose ambiante jusqu'à cinq fois supérieure à celle indiquée à l'al. 1, let. a, est admise; cela concerne en particulier les salles d'attente, les cabines de déshabillage, les locaux d'archives, les entrepôts, les caves, les toilettes, les corridors, les escaliers, les cages d'ascenseur, les trottoirs, les rues, les espaces verts et les jardins.

3 La dose ambiante n'est soumise à aucune limitation aux endroits où personne ne peut séjourner durant le fonctionnement de l'accélérateur. Ces endroits doivent être désignés comme tels dans la documentation servant de base au calcul.

Art. 9 Documentation concernant la radioprotection liée à la construction

1 La documentation concernant la radioprotection liée à la construction des locaux dans lesquels seront utilisés des accélérateurs doit être adressée, en vue de l'autorisation, à l'OFSP avant l'exécution des travaux ou l'installation de l'accélérateur.

2 Elle doit être contrôlée quant à sa conformité par l'expert en radioprotection au sens de l'art. 16 de la loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection[4].

3 Elle comprend les plans de radioprotection et les bases de calcul selon les annexes 2 et 3.

4 Dans le cas d'applications spéciales, les bases de calcul indiquées à l'annexe 2 doivent être appliquées dans la mesure où elles sont appropriées ou être adaptées en vue d'atteindre le même objectif.

Art. 10 Contrôle de l'exécution de la construction

L'expert en radioprotection contrôle que l'exécution de la construction s'effectue conformément aux plans de radioprotection qui ont été autorisés.

Section 3 Mise en service

Art. 11 Test de réception

1 Avant de remettre l'accélérateur au titulaire de l'autorisation, le fournisseur procède à un test de réception conformément aux données du fabricant et aux normes internationales harmonisées et applicables selon l'ODim[5].

2 Lors du test de réception, doivent au moins être contrôlés en collaboration avec le physicien médical les composants qui ont une incidence sur la sécurité et sur la dosimétrie.

3 L'accélérateur n'est mis à disposition du titulaire de l'autorisation par le fournisseur qu'après exécution sans heurt du test de réception approuvé par le physicien médical.

4 Le physicien médical veille à l'établissement des valeurs de référence pour les contrôles de stabilité conformément à l'art. 21, al. 3, et donne son accord afin que l'accélérateur soit mis à disposition pour les traitements médicaux.

4 RS **814.50**
5 RS **812.213**

Art. 12 Remise de la documentation de l'installation et formation

1 Le fournisseur remet, pour chaque accélérateur, l'information sur le produit conformément à l'art. 7 ODim[6],

2 Le titulaire de l'autorisation et le fournisseur établissent conjointement un dossier technique.

3 Le titulaire de l'autorisation veille à ce que les indications nécessaires, au-delà de l'information sur le produit, figurent dans le dossier technique, dans le mode d'emploi ou dans la description technique.

4 Le dossier technique, le mode d'emploi et la description technique sont à fournir dans la langue usuelle de l'entreprise. Ces documents doivent comprendre au moins les indications figurant à l'annexe 4.

5 Lors de la remise de l'accélérateur au titulaire de l'autorisation, le fournisseur assure une instruction adéquate du personnel d'exploitation.

Section 4 Devoir de diligence

Art. 13 Protection des personnes

1 Durant l'irradiation, personne, à l'exception du patient, ne doit se trouver dans le local d'irradiation. Le personnel d'exploitation s'en assure avant de quitter le local et d'enclencher l'irradiation.

2 Les personnes qui séjournent dans le local d'irradiation durant les arrêts de l'irradiation ne doivent pas recevoir, dans les conditions normales d'exploitation, une dose effective supérieure à 0,02 mSv par semaine. Dans le cas où cette valeur ne peut pas être respectée malgré des mesures techniques ou architecturales, le titulaire de l'autorisation veille à des limitations d'accès appropriées.

Art. 14 Instruction du personnel

1 Avant même de commencer à travailler, les personnes nouvellement engagées sont instruites par l'expert en radioprotection sur les règles de radioprotection applicables.

2 Le personnel chargé du nettoyage n'a l'autorisation de travailler dans le secteur surveillé que s'il a reçu les instructions d'une personne formée en radioprotection.

3 Les instructions visées aux al. 1 et 2 doivent être actualisées à des intervalles appropriés.

Art. 15 Consignation des irradiations

1 Pour chaque patient, une prescription médicale de traitement doit être établie par le médecin traitant avant le traitement par irradiation. Les modifications ultérieures sont à consigner par écrit et à justifier.

6 RS **812.213**

2 Pour chaque patient, une planification individuelle de l'irradiation doit être établie avant l'irradiation sous la responsabilité du physicien médical.

3 Sur la base de la planification individuelle de l'irradiation, les personnes responsables aux termes des al. 1 et 2 établissent, dans une directive d'irradiation spécifique du patient, les indications nécessaires à l'exécution de l'irradiation; celles-ci comprennent en particulier les éléments concernant le réglage de l'accélérateur et le positionnement du patient. En cas de modification du plan de traitement, la directive d'irradiation est actualisée.

4 Chaque séance d'irradiation effectuée sur le patient est enregistrée par le personnel d'exploitation dans une attestation d'irradiation. Celle-ci doit être disponible au poste de commande de l'accélérateur où l'irradiation du patient est effectuée.

5 Les documents indiqués aux al. 1 à 4 comprennent au moins les indications précisées à l'annexe 5.

6 Les documents indiqués aux al. 1 à 4 peuvent être établis, enregistrés, traités et gérés à l'aide de systèmes informatiques, dans la mesure où l'on peut garantir que le personnel chargé des irradiations a accès en tout temps à ces données, qu'il peut les imprimer et que leur effacement involontaire est exclu.

7 Les documents indiqués aux al. 1 à 4 doivent être conservés conformément aux dispositions applicables au dossier médical du patient, mais au moins durant 20 ans après le dernier traitement. Lors de développements du système d'information clinique de radio-oncologie ou lors d'un changement de celui-ci, la possibilité de lire ces documents doit demeurer garantie.

Section 5 Organisation interne et contrôle

Art. 16 Consignes en matière de radioprotection internes à l'entreprise

Le titulaire de l'autorisation veille à l'établissement de consignes écrites en matière de radioprotection, en particulier concernant les mesures d'urgence et les règles de comportement en cas d'accident. Ces consignes doivent être adaptées en permanence aux données actuelles et remises, ou rendues facilement accessibles, à toutes les personnes qui utilisent l'accélérateur.

Art. 17 Documentation de l'installation

Le titulaire de l'autorisation veille à ce que la documentation complète de l'installation selon l'art. 12, al. 1 à 4, soit en tout temps disponible.

Art. 18 Engagement de physiciens médicaux

1 Pour la prise en charge de l'assurance de la qualité, pour la surveillance de l'exploitation de l'accélérateur et pour la planification des traitements, le titulaire de l'autorisation doit mettre à disposition de l'entreprise au moins les capacités d'au moinssuivantes en physiciens médicaux à plein temps, visés à l'art. 19 OraP : nombre d'accélérateurs en exploitation plus un.

[2] L'autorité de surveillance peut ordonner au cas par cas l'engagement de davantage de physiciens médicaux que celui exigé à l'al. 1 si l'expérience ou l'état de la science et de la technique de même que les autres principes de la radioprotection le commandent.

[3] Elle peut au cas par cas admettre l'engagement de moins de physiciens médicaux que celui exigé à l'al. 1 si des mesures appropriées garantissent que le risque radioligique reste le même.

[4] Le titulaire de l'autorisation doit fixer par écrit les tâches et les compétences du physicien médical. La suppléance doit être garantie et fixée par écrit.

Art. 19 Surveillance par l'expert en radioprotection

L'expert en radioprotection surveille et contrôle périodiquement le respect des prescriptions en matière de radioprotection dans l'entreprise, notamment l'emploi d'une technique de travail appropriée.

Section 6 Assurance de la qualité

Art. 20 Programme d'assurance de la qualité

Le titulaire de l'autorisation veille à l'application d'un programme d'assurance de la qualité comprenant aussi bien les aspects médicaux du traitement par irradiation que ceux liés à l'installation et à la physique médicale.

[2] L'expérience et l'état de la science et de la technique doivent être pris en compte. A cet effet, les éléments suivants sont à observer:

a. les recommandations des organisations professionnelles internationales et nationales, notamment celles de la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale (SSRPM) ;

b. les normes nationales et internationales correspondantes;

c. les directives de l'OFSP.

Art. 21 Exécution

[1] Le titulaire de l'autorisation veille à ce que les accélérateurs fassent l'objet au moins annuellement d'un contrôle d'état. L'état et le fonctionnement des installations doivent être contrôlés par un personnel technique disposant des qualifications adéquates et conformément aux spécifications du fabricant et aux normes internationales ou nationales. A l'issue de ce contrôle, les valeurs de référence des contrôles de stabilité mentionnés à l'al. 3 sont contrôlées et, le cas échéant, adaptées.

[2] Un contrôle d'état est toujours requis après une réparation ou une intervention sur l'installation; les composants ou les éléments concernés sont contrôlés sous la responsabilité du physicien médical.

[3] Le titulaire de l'autorisation veille à ce que les accélérateurs soient soumis périodiquement à des contrôles de stabilité. Les exigences de ces contrôles sont détermi-

nées à l'annexe 6. L'exécution correcte de ces contrôles relève de la responsabilité du physicien médical.

Art. 22 Dossier technique

[1] Le physicien médical veille à ce que les résultats de l'assurance de qualité, tels que test de réception, révision et contrôle d'état, contrôle des éléments qui conditionnent la dose, contrôles périodiques et de stabilité, pannes et réparations, et incidents, soient consignés par écrit dans le dossier technique. Le contenu minimal du dossier technique est indiqué à l'annexe 4.

[2] La tenue électronique du dossier est possible à condition que son intégrité soit garantie.

Art. 23 Systèmes de mesure de référence

Le titulaire de l'autorisation veille à ce que les systèmes de mesure de référence utilisés comme standards locaux pour les dosimètres et les moniteurs satisfassent aux exigences de l'ordonnance du DFJP du 7 décembre 2012 sur les instruments de mesure des rayonnements ionisants (OIMRI)[7].

Art. 24 Imagerie MV et logiciels de planification

[1] L'assurance de qualité de l'imagerie MV se base sur la recommandation n° 16 (septembre 2010)[8] de la SSRPM.

[2] L'assurance de qualité des logiciels de planification se base sur la recommandation n° 7 (février 1999) [9] de la SSRPM.

[3] Le titulaire de l'autorisation doit adapter l'assurance de qualité lorsque l'expérience ou l'état de la science et de la technique, notamment en ce qui concerne les applications spéciales ou les innovations technologiques, l'exigent.

Section 7 Dispositions spéciales

Art. 25 Devoir de diligence concernant les accessoires pour la planification des irradiations et la simulation

[1] Dans le cas où des accessoires concernant la planification et la simulation des traitements sont exploités dans un réseau informatique intégré comprenant aussi les

7 RS **941.210.5**

8 Recommandation n°16 de la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale, « Quality assurance of gantry-mounted image-guided radiotherapy system », ISBN: 3 908 125 48 0. La recommandation est disponible en librairie ou peut être consultée à l'adresse Internet suivante : www.sgsmp.ch

9 Recommandation n° 7 de la Société suisse de radiobiologie et physique médicale « Quality control of treatment planning systems for teletherapy », ISBN: 3 908125 23 5. La recommandation est disponible en librairie ou peut être consultée à l'adresse Internet suivante : www.sgsmp.ch

accélérateurs et leurs systèmes de vérification, il y a lieu de prévoir des mesures de sécurité particulières concernant le transfert des données. Le physicien médical veille à ce que l'intégrité des données soit garantie et leur falsification empêchée.

2 Le physicien médical veille à ce que les dispositifs accessoires utilisés pour la planification des traitements soient soumis à une assurance de la qualité adéquate.

3 Le fournisseur d'un système de planification des traitements par irradiation doit donner, dans le descriptif technique, des indications précises concernant les algorithmes utilisés pour le calcul des répartitions de dose. Les conditions d'irradiation auxquelles se limite le domaine d'application du programme doivent en particulier ressortir.

Art. 26 Comportement en cas d'incidents radiologiques médicaux et de défaillances

1 L'expert en radioprotection veille à ce que tous les incidents radiologiques médicaux et toutes les défaillances en rapport avec l'exploitation de l'accélérateur et les irradiations soient enregistrés.

2 Il veille à ce que les incidents radiologiques médicaux visés à l'art. 62, al. 3, ORaP et les défaillances visées à l'art. 140 ORaP soient annoncés.

3 Les exigences fixées à l'art. 15 ODim[10] sont en outre à prendre en compte.

Art. 27 Procédure lors du démantèlement ou du remplacement partiel d'un accélérateur

S'il existe une possibilité que des pièces de l'accélérateur aient été activées, elles doivent être contrôlées du point de vue de la contamination avant le démontage ou le démantèlement de l'installation. Les art. 117 et 118 ORaP sont applicables à la libération des pièces activées.

Section 8 Autres accélérateurs de particules utilisés à des fins médicales

10 RS **812.213**

Art. 28

[1] Pour les autres accélérateurs de particules utilisés à des fins médicales, le requérant doit remettre à l'autorité de surveillance, outre la demande d'autorisation, un rapport de sécurité visé à l'art. 137 ORaP.

[2] Il précise dans ce rapport sur quels points l'installation s'écarte des prescriptions de la présente ordonnance et dans quelle mesure l'expérience et l'état de la science et de la technique sont pris en compte.

Section 9 Dispositions finales

Art. 29 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 15 décembre 2004 sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs d'électrons utilisés à des fins médicales[11] est abrogée.

Art. 30 Autorisations existantes

Les titulaires d'autorisations pour l'utilisation d'accélérateurs de particules utilisés à des fins médicales, délivrées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, sont tenus de respecter les prescriptions de celle-ci.

Art. 31 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le ….

… Département fédéral de l'intérieur :

Alain Berset

11 [AS **2005** 285]

Annexe 1
(art. 2)

Définitions

Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Accélérateur d'électrons utilisé à des fins médicales

Installation génératrice de rayonnements ionisants remplissant les conditions suivantes: énergie nominale de la radiation située entre 1 MeV et 50 MeV; débit de dose maximum situé entre 0,001 $Gy \cdot s^{-1}$ et 1 $Gy \cdot s^{-1}$ à 1 m de distance de la source de rayonnement; distance normale d'irradiation située entre 0,5 m et 2 m.

L'accélérateur d'électrons comprend en règle générale une section d'accélération des électrons, un dispositif mécanique et électrique pour l'exploitation et la commande, une table de traitement et des dispositifs accessoires pour l'application médicale des irradiations.

Contrôle d'état

Contrôle de l'état d'un produit pendant son utilisation pour s'assurer qu'il satisfait aux exigences requises. Il est réalisé à l'issue d'une révision ou à la suite d'interventions ou de réparations.

Contrôle de stabilité

Contrôle, à intervalles réguliers, de certains paramètres dans le but de mettre en évidence des écarts par rapport à des valeurs de référence.

Personnel d'exploitation

Personnes techniquement qualifiées qui sont autorisées aux termes de l'ordonnance du 15 septembre 1998 sur les formations et les activités autorisées en matière de radioprotection (ordonnance sur la formation en radioprotection)[12]. Il s'agit en particulier des techniciens en radiologie médicale (TRM) sous la responsabilité d'un médecin spécialiste ou d'un physicien médical.

Programme d'assurance de la qualité

Totalité des mesures de planification, d'exécution, de surveillance et de conduite, de contrôle et de correction d'une activité ou d'un processus dans le but de satisfaire, d'assurer ou d'améliorer des exigences concernant la qualité. Font notamment partie de l'assurance de la qualité l'engagement de personnes d'exploitation en nombre suffisant disposant d'une formation et d'une formation continue appropriées et dont le domaine d'activité et de compétence est clairement défini.

12 RS **814.501.261**

Révision/maintenance

Démarche visant à assurer le fonctionnement et la sécurité d'une installation par des mesures préventives conformément aux indications du fabricant, aux normes reconnues et à l'ODim.

Skyshine

Rayonnement diffusé produit par diffusion dans l'air d'un rayonnement primaire composé de photons, de rayons γ ou de neutrons.

Test de réception

Contrôle d'un produit, prêt à être livré ou livré, pour déterminer si les spécifications techniques et les exigences de sécurité en vue de son utilisation sont remplies.

Annexe 2
(art. 7, al. 2, art. 9, al. 3 et 4)

Bases de calcul

1 Données concernant l'exploitation

1.1 Energies du rayonnement et débits de dose déterminants

Pour le calcul des blindages de protection contre le rayonnement photonique, on utilisera, parmi les énergies limites prévues par le fabricant, les énergies pour lesquelles la couche d'atténuation au dixième est la plus élevée (voir ch. 4.1) pour le matériau de protection envisagé. Pour les blindages assurant la protection contre le rayonnement électronique, on utilisera la valeur la plus élevée de l'énergie des électrons.

Indépendamment des énergies du rayonnement prises en considération, on utilisera les valeurs maximales, données par le fabricant à la distance de référence a_0 (= 1 m) du point de divergence du faisceau primaire, des débits de dose dans l'eau dans le faisceau primaire de rayonnement photonique ($\dot{D}_r$), dans le faisceau primaire d'électrons ($\dot{D}_e$), de même que le débit de rayonnement transmis hors du faisceau primaire ($\dot{D}_d$).

1.2 Dose de base W (charge d'exploitation)

La dose de base W est égale au produit du nombre de séances hebdomadaires d'irradiation et des valeurs moyennes correspondantes de la dose absorbée dans l'eau à la distance de référence a_0 (= 1 m) du point de divergence du faisceau primaire.

La valeur minimale de la dose de base pour le calcul des protections vaut: $W = 10^6$ mGy par semaine, sans la prise en compte du travail par équipes.

Dans le cas où l'exploitation de l'accélérateur est plus intense ou lorsque l'on utilise des techniques spéciales, telles que l'IMRT ou la VMAT, on augmentera en conséquence la dose de base.

1.3 Facteur d'occupation T

Le facteur d'occupation T est une mesure du temps de séjour maximal attendu à l'endroit à protéger durant l'irradiation. Les valeurs suivantes sont applicables:

T = 0,2 pour les endroits situés hors du secteur surveillé qui ne sont pas occupés en permanence et où aucun poste de travail n'est installé; il s'agit par exemple des salles d'attente, des cabines de déshabillage, des locaux d'archives, des entrepôts, des caves, des toilettes, des corridors, des escaliers, des cages d'ascenseur, des trottoirs, des rues, des espaces verts

et des jardins; la valeur directrice applicable au débit de dose ambiante est toujours de 0, 02 mSv par semaine;

T = 1 pour tous les autres endroits où peuvent séjourner des personnes;

T = 0 pour tous les endroits où personne ne peut séjourner.

1.4 Facteur de direction U

Le facteur de direction U tient compte de la fréquence relative maximale, à laquelle le rayonnement est dirigé vers l'endroit à protéger pour l'exploitation prévue. Sont déterminantes les conditions individuelles pour le local d'irradiation en question selon l'exploitation et les techniques d'irradiation. Les valeurs suivantes sont applicables:

U = 1 pour le calcul de la protection contre le rayonnement transmis, le rayonnement photonique secondaire et tertiaire, ainsi que le rayonnement neutronique, indépendamment de la direction du faisceau primaire;

U ≥ 0,5
- pour le calcul de la protection contre le rayonnement primaire dirigé contre le sol;
- pour le calcul de la protection contre le rayonnement primaire dirigé contre les parois;

U ≥ 0,25 pour le calcul de la protection contre le rayonnement primaire dirigé contre le plafond;

U = 0 pour le calcul de la protection contre le rayonnement primaire lorsque le faisceau primaire maximal, y compris un bord correspondant à un angle de 5° par rapport au point de divergence, ne peut pas être dirigé vers l'endroit à protéger.

1.5 Combinaison des facteurs U et T

Le produit U · T (voir ch. 3, formule 1) ne doit pas être inférieur à 0,1. Afin de limiter le risque d'irradiations, l'augmentation du débit de dose ambiant, provenant de la combinaison de directions rares du faisceau et du séjour aux endroits à l'extérieur du secteur surveillé pour lesquels on n'envisage pas une présence durable, ne doit pas être supérieure à un facteur 10.

2 Composantes du rayonnement

2.1 Contributions déterminantes du rayonnement

Aucun blindage particulier n'est requis contre le rayonnement électronique primaire. Dans le cas où l'énergie limite du rayonnement X et celle de tous les faisceaux d'électrons est inférieure à 10 MeV, il n'est pas nécessaire de tenir compte, dans le

calcul des blindages, du rayonnement neutronique direct et diffusé, ni du rayonnement secondaire produit lors de réactions photonucléaires.

On tiendra compte des contributions du rayonnement citées ci-dessous, dans la mesure où elles sont déterminantes pour la protection à l'intérieur et à l'extérieur du secteur d'exploitation:

a. faisceau primaire lors de l'exploitation en rayonnement photonique;

b. faisceau primaire lors de l'exploitation en électrons, rayonnement de freinage;

c. rayonnement transmis;

d. rayonnement photonique secondaire (rayonnement diffusé, y compris skyshine);

e. rayonnement tertiaire (rayonnement photonique diffusé deux fois et rayonnement transmis diffusé);

f. rayonnement neutronique direct (rayonnement neutronique émis par l'accélérateur);

g. rayonnement neutronique diffusé (aux endroits exposés au rayonnement neutronique direct);

h. rayonnement neutronique dû aux réactions photonucléaires
(rayonnement neutronique produit par le rayonnement photonique dans les blindages par le biais de réactions photonucléaires. Cette composante n'est à prendre en considération que si l'on utilise des matériaux de blindage composés totalement ou en partie d'éléments ayant des numéros atomiques élevés, en particulier de plomb);

i. rayonnement émis par les substances radioactives produites lors des réactions photonucléaires;

j. rayonnement γ produit par capture neutronique.

2.2 Faisceau primaire avec bord

La protection contre le rayonnement primaire doit comprendre un bord correspondant à un angle d'au moins 5° tout autour du faisceau primaire de section maximale.

2.3 Rayonnement avec une incidence oblique

Dans le cas où le rayonnement primaire ou le rayonnement transmis n'ont pas une incidence normale sur le blindage, on peut tenir compte pour le calcul de celui-ci de l'allongement du parcours dans la direction du faisceau, dans la mesure où le rayonnement secondaire produit dans le blindage (en particulier le rayonnement diffusé) est suffisamment atténué. Ce parcours, plus long que celui obtenu en incidence normale, peut être utilisé comme épaisseur s pour le calcul du blindage selon le ch. 3.

2.4 Rayonnement incident sur la porte du local d'irradiation

Pour les locaux d'irradiation dont la disposition est habituelle et qui comprennent une chicane d'entrée, le rayonnement neutronique incident sur la porte peut être calculé selon l'algorithme indiqué sous ch. 3. La protection de la porte doit en outre être dimensionnée de sorte à assurer une protection adéquate contre les contributions diffusées selon le ch. 2.1, let. a à j, en particulier aussi contre le rayonnement γ produit par capture neutronique dans la porte elle-même.

2.5 Skyshine

Dans le cas où le local d'irradiation constitue un secteur indépendant (c'est-à-dire sans aucun étage placé au-dessus du local), il faut vérifier, en plus du rayonnement direct ou transmis provenant de l'accélérateur et dirigé vers le plafond, quelle est aussi la dose ambiante produite à l'endroit à protéger par diffusion du rayonnement photonique et neutronique dans l'air situé au-dessus du local d'irradiation (= skyshine). Il faudra, le cas échéant, tenir compte de ce rayonnement dans le calcul des blindages. Pour le calcul de la composante photonique et neutronique du skyshine, les formules utilisées dans le rapport n° 144 du NCRP[13] peuvent être appliquées.

3 Méthodes de calcul

Le calcul de l'épaisseur de protection contre chacune des composantes du rayonnement indiquées au ch. 2.1, let. a à g, agissant à l'endroit à protéger, s'effectue selon les indications et les formules données ci-dessous.

Lorsque plusieurs composantes du rayonnement interviennent simultanément au même endroit (en tenant compte aussi de celles qui proviennent d'autres sources), la somme des débits de dose ambiante de toutes les composantes ne doit pas dépasser la valeur directrice admissible. Le cas échéant, il faut augmenter en conséquence l'épaisseur des protections.

Schéma général de calcul:

$$s_i = z_i \cdot n_i, \qquad \text{où } n_i = \log_{10}\left(\frac{W \cdot U \cdot T}{H_w} \cdot R_i \cdot q_i\right) \qquad \text{(formule 1)}$$

avec:

i indice identifiant la composante du rayonnement
s épaisseur du blindage en cm permettant de réduire la dose de rayonnement à

[13] Rapport n° 144 (2003) du National Council on Radiation Protection and Measurements: Radiation Protection for Particle Accelerator Facilities. Le rapport est disponible en librairie (ISBN 0-929600-77-0) ou peut être consulté à l'adresse Internet www.ncrp.com/pubs.html.

	la valeur directrice de la dose ambiante selon l'art. 8
z	couche d'atténuation au dixième en cm
n	nombre de couches requises d'atténuation au dixième
W	dose de base (charge d'exploitation) en mGy/semaine selon le ch. 1.2
U	facteur de direction selon le ch. 1.4
T	facteur d'occupation selon le ch. 1.3
H_w	valeur directrice de la dose ambiante selon l'art. 8 en mSv par semaine
R	facteur de réduction pour le débit de dose selon le tableau 1
q	coefficient pour le calcul de la dose équivalente due au rayonnement; q = 10 mSv/mGy pour les neutrons et q = 1 mSv/mGy pour les rayonnements photoniques et électroniques.

L'expression dans la parenthèse de la formule 1 correspond au facteur de réduction du rayonnement.

Tableau 1

Paramètres spécifiques à introduire dans la formule 1 pour le calcul des épaisseurs de blindage selon les différentes composantes du rayonnement

Composante du rayonnement	Epaisseur du blindage s	Couche d'atténuation au dixième z	Mode d'exploitation	Facteur de réduction R
Faisceau primaire	s_r	z_r *(selon 4.1)*	photons	$R_r = a_0^2/a_n^2$
(Contribution du rayonnement de freinage)	s_b	z_r *(selon 4.1)*	électrons	$R_b = (\dot{D}_{re} / \dot{D}_e + k_e) \cdot a_0^2/a_n^2$
Rayonnement transmis	s_d	z_r *(selon 4.1)*	photons électrons	$R_d = \dot{D}_d / \dot{D}_r \cdot a_0^2/a_n^2$ $R_d = \dot{D}_d / \dot{D}_e \cdot a_0^2/a_n^2$
Rayonnement photonique secondaire (rayonnement diffusé)	s_s	z_s *(selon 4.3)*	photons électrons	$R_s = 0{,}01 \cdot F_n/F_0 \cdot a_0^2/a_s^2$ $R_s = 0{,}01 \cdot k_e \cdot F_z/F_0 \cdot a_0^2/a_s^2$
Rayonnement tertiaire (rayonnement photonique diffusé deux fois et rayonnement transmis diffusé)	s_t	z_s *(selon 4.3)*	photons électrons	$R_t = (0{,}01 \cdot \dot{D}_d / \dot{D}_r + 10^{-6}) \cdot F_t/F_0 \cdot a_0^2/a_t^2$ $R_t = (0{,}01 \cdot \dot{D}_d / \dot{D}_e + 10^{-6}) \cdot F_t/F_0 \cdot a_0^2/a_t^2$
Rayonnement neutronique direct	s_n	z_n *(selon 4.4)*	photons électrons	$R_n = \dot{D}_n / \dot{D}_r \cdot a_0/a_n$ $R_n = \dot{D}_n / \dot{D}_e \cdot a_0/a_n$
Rayonnement neutronique diffusé	s_{ns}	z_{ns} *(selon 4.4)*	photons électrons	$R_{ns} = 0{,}1 \cdot \dot{D}_n / \dot{D}_r \cdot a_0/a_{ns} \cdot b/l$ $R_{ns} = 0{,}1 \cdot \dot{D}_n / \dot{D}_e \cdot a_0/a_{ns} \cdot b/l$

Dans les formules de calcul du facteur de réduction, la signification des symboles est la suivante:

a_0	1 m (distance entre le point de référence et le point de divergence du faisceau);
a_n	distance en m entre l'endroit à protéger et le point de divergence du faisceau pour le rayonnement primaire; pour le rayonnement de freinage, le rayonnement transmis et le rayonnement neutronique direct, le point de référence est l'isocentre, en tant que moyenne pour les différentes positions de la tête d'irradiation;
a_s	distance en m entre l'endroit à protéger et le point d'impact du faisceau (source du rayonnement secondaire); l'isocentre est à considérer comme point de référence;
a_t	distance en m entre l'endroit à protéger et le point d'impact de rayonnement parasite (rayonnement X diffusé une fois et/ou rayonnement transmis); le centre de gravité de la surface qui apporte la plus grande contribution est à considérer comme point de référence;
a_{ns}	distance maximale en m que doit franchir le faisceau de neutrons sans blindage depuis l'isocentre pour parvenir de la source de neutrons à l'endroit à protéger;
b/l	rapport largeur/longueur de la chicane formée par chevauchement de blindages contre le rayonnement neutronique; au cas s'il n'y a pas de chicane, on posera b/l = 1;
k_e	facteur pour le calcul des blindages contre le rayonnement de freinage produit hors de l'accélérateur en mode d'exploitation en électrons, selon ch. 4.2;
$\dot{D}_{re} / \dot{D}_e$	valeur maximale du rapport entre le débit de dose de la contribution parasite du rayonnement photonique dans le faisceau électronique primaire et le débit de dose du rayonnement électronique au point de référence;
$\dot{D}_d / \dot{D}_r$ $\dot{D}_d / \dot{D}_e$	valeur maximale du rapport entre le débit de dose du rayonnement transmis (sans la contribution neutronique) et le débit de dose du rayonnement X, respectivement du rayonnement électronique, au point de référence;
$\dot{D}_n / \dot{D}_r$ $\dot{D}_n / \dot{D}_e$	valeur maximale du rapport entre le débit de dose absorbée dans l'eau due au rayonnement neutronique et le débit de dose du rayonnement photonique, respectivement du rayonnement électronique, chacun indiqué au point de référence;
F_n	section transversale maximale du faisceau primaire en m^2 à 1 m de distance du point de divergence;
F_t	section transversale effective de la source de rayonnement tertiaire en m^2 (section transversale d'impact du rayonnement transmis ou du rayonnement photonique diffusé, dans la mesure où cette section n'est pas cachée par d'autres blindages dans la direction de l'endroit à protéger).
F_0	surface de normalisation $F_0 = 1m^2$.

4 Couches d'atténuation au dixième

4.1 Couche d'atténuation au dixième z_r

Les valeurs ci-dessous se rapportent aux contributions du rayonnement selon le ch. 2.1, let. a, b et c, et au tableau 1. Elles s'appliquent à des faisceaux larges et à des épaisseurs correspondant à plusieurs couches d'atténuation au dixième.

Tableau 2

Couches d'atténuation au dixième z_r en cm

Energie limite	Matériau de blindage (masse volumique en g/cm³)				
en MeV	Terre (1,8)	Béton (2,2)	Béton baryté (3,2)	Fer (7,8)	Plomb (11,3)
2	23,8	19,5	13,8	7,3	3,7
4	34,2	28,0	19,2	9,0	5,0
6	41,3	33,8	22,7	9,8	5,3
8	46,1	37,7	25,0	10,3	5,5
10	49,5	40,5	26,7	10,5	5,6
12	51,9	42,5	27,3	10,6	5,6
14	54,4	44,5	27,9	10,6	5,6
16	56,0	45,8	28,5	10,7	5,6
18	56,8	46,5	29,1	10,7	5,6
20	57,6	47,1	29,7	10,8	5,5
22	58,3	47,7	29,8	10,8	5,4
24	59,0	48,3	29,9	10,8	5,4
26	59,8	48,9	30,1	10,7	5,4
28	60,5	49,5	30,2	10,7	5,4

4.2 Facteur k_e pour le calcul du blindage contre le rayonnement de freinage produit hors de l'accélérateur pour le mode d'exploitation en électrons

Tableau 3

Facteur k_e

Energie des électrons	Matériau de blindage			
en MeV	Eau	Terre/aluminium Béton/béton baryté	Fer	Plomb
2	0,0000	0,0005	0,0006	0,0010
4	0,0005	0,0009	0,0016	0,0026
6	0,0012	0,0018	0,0030	0,0053
8	0,0020	0,0029	0,0051	0,0090
10	0,0030	0,0047	0,0077	0,0140
12	0,0040	0,0066	0,0115	0,0195
14	0,0055	0,0090	0,0160	0,0270
16	0,0070	0,0115	0,0200	0,0340
18	0,0090	0,0145	0,0250	0,0425
20	0,0105	0,0175	0,0300	0,0520
22	0,0130	0,0200	0,0360	0,0630
24	0,0155	0,0235	0,0415	0,0730
26	0,0170	0,0265	0,0470	0,0845
28	0,0190	0,0300	0,0535	0,0940

4.3 Couches d'atténuation au dixième z_s pour le rayonnement photonique secondaire et tertiaire

Tableau 4

Matériau de blindage	Terre	Béton	Béton baryté	Fer	Verre au plomb	Plomb
z_s en cm	20	17	9	5	$23/\rho$ ρ variable	1,5

Pour le verre au plomb, on utilisera la masse volumique du matériau ρ en g/cm^3 donnée par le fabricant.

4.4 Couches d'atténuation au dixième z_n et z_{ns} pour le rayonnement neutronique

Tableau 5

	Matériau de blindage	Eau, paraffine	Béton, béton baryté	Fer, plomb
z_n pour le rayonnement neutronique direct	1re couche d'atténuation au dixième en cm	15	25	42*
	2e couche d'atténuation au dixième et suivantes en cm	10	16	42*
z_{ns} pour le rayonnement neutronique diffusé		8	13	37*

* Dans le cas de matériaux de protection avec un numéro atomique supérieur à 10, on ajoutera pour la protection contre les neutrons une épaisseur supplémentaire correspondant à 0,3 couche d'atténuation au dixième de matériau hydrogéné du côté du blindage opposé à la source des neutrons.

Annexe 3
(art.94, al. 3)

Documentation concernant la radioprotection liée à la construction

1 Plans de radioprotection

Toutes les caractéristiques de l'accélérateur et l'emplacement prévu doivent ressortir des plans de radioprotection utilisés pour l'évaluation de la radioprotection. Les documents sont à fournir à l'échelle 1:50 ou 1:100, en format A3 ou A4, à l'autorité délivrant les autorisations. Les indications suivantes doivent en particulier y figurer:

a. plan horizontal et en coupe du local d'irradiation avec les locaux et les espaces avoisinants ainsi que leur utilisation; les zones non accessibles sont à déclarer comme telles;

b. désignation, épaisseur, densité et, le cas échant, composition chimique des matériaux de construction du sol, du plafond et de toutes les parois intermédiaires, portes et fenêtres incluses;

c. construction de la porte d'accès au local d'irradiation, dans la mesure où il y en a une;

d. disposition et dimensions de l'accélérateur et d'autres parties de l'installation en tenant compte de toutes leurs positions possibles dans le local;

e. position du point de divergence pour le rayonnement photonique et pour le rayonnement électronique; distance entre le point de divergence et l'isocentre; position de la trajectoire d'accélération des électrons;

f. points de référence pour la détermination des distances entre la source de rayonnement et l'endroit à protéger;

g. directions possibles et dimensions maximales du faisceau à 1 m du point de divergence pour le rayonnement photonique et pour le rayonnement électronique;

h. mesures de blindage contre les rayonnements ionisants émis par les dispositifs accessoires (par exemple klystron, magnétron, thyratron);

i. proposition de délimitation du secteur surveillé;

j. position des interrupteurs d'urgence, du dispositif de commande de la porte d'entrée du local d'irradiation, des installations de signalisation de l'état de fonctionnement de l'accélérateur et des caméras de surveillance.

2 Documentation servant aux calculs

2.1

La documentation servant aux calculs doit comporter au moins les indications suivantes, compte tenu des bases de calcul selon l'annexe 2:

a. toutes les énergies limites du rayonnement photonique, le domaine d'énergie des électrons et leurs débits de dose maximums en Gy/min dans le faisceau primaire à 1 m du point de divergence;

b. valeur maximale du rapport entre la dose absorbée dans l'eau pour les types de rayonnement indiqués ci-dessous et le débit de dose dans le faisceau primaire (pour le rayonnement photonique [$\dot{D}_r$], et pour le rayonnement électronique [$\dot{D}_e$]) à 1 m du point de divergence:
   - rayonnement photonique parasite en mode d'exploitation en électrons à une distance de 1 m du point de divergence [$\dot{D}_{re} / \dot{D}_e$]
   - rayonnement transmis à tous les endroits à protéger: [$\dot{D}_d / \dot{D}_r$] et [$\dot{D}_d / \dot{D}_e$]
   - rayonnement neutronique dans le faisceau primaire à 1 m du point de divergence [$\dot{D}_n / \dot{D}_r$] et [$\dot{D}_n / \dot{D}_e$];

c. dose de base W, dans le cas où elle est différente de 10^6 mGy/semaine; facteur de direction U; facteur d'occupation T à tous les endroits exposés selon la let. d, dans la mesure où il est différent de 1 (annexe 2, ch. 1.3).

2.2

Sur demande de l'autorité qui délivre les autorisations ou de l'autorité de surveillance, le fournisseur doit lui mettre à disposition les indications importantes pour la radioprotection, notamment:

a. indications concernant les substances radioactives produites par les réactions photonucléaires et leurs activités dans les pièces de l'accélérateur ainsi que dans les accessoires fournis par le fabricant;

b. nombre requis de changements d'air dans le local d'irradiation (en rapport avec l'activation de l'air, respectivement l'ozone).

Annexe 4
(art. 12, al. 4, art. 22, al. 1)

Indications minimales dans la documentation de l'installation

1 Mode d'emploi

Le mode d'emploi contient au moins les éléments suivants:

a. indications servant à identifier l'installation;

b. déclaration de conformité du fabricant selon l'art. 9, al. 1, ODim[14];

c. description de tous les processus de commande et d'enclenchement pour l'exploitation des faisceaux;

d. données sur les conditions d'exploitation avec indication sur les combinaisons admissibles de paramètres d'irradiation, tels que type de rayonnement, énergie du rayonnement, filtre, grandeur de champ, mode d'irradiation;

e. description et explication du fonctionnement de tous les verrouillages et des autres dispositifs de sécurité;

f. description de tous les processus d'exploitation et les comportements spécifiques qui sont nécessaires à la protection des patients, du personnel et de tiers contre une exposition inadmissible, en fonctionnement normal et en cas de dérangement;

g. indications concernant le raccordement d'équipements de l'exploitant, tels que verrouillages externes et dispositifs de signalisation lumineuse et acoustique;

h. recommandations pour l'exécution des contrôles techniques périodiques et des révisions (plan de contrôle et de révision) exigés dans la présente ordonnance;

i. recommandations concernant les contrôles et les révisions allant au-delà de ceux visés à la let. h ou concernant des fréquences de contrôle plus élevées;

j. indications sur les parties de l'installation qui sont sujettes à l'usure (par exemple, sous l'effet de l'irradiation) avec recommandations concernant les intervalles d'inspection et d'échange;

k. méthodes de stérilisation et de désinfection des parties de l'installation qui peuvent entrer en contact avec le patient;

l. indications générales sur les moyens que doit engager l'exploitant concernant le refroidissement de l'installation et des locaux, l'éclairage, la climatisation (en particulier le nombre de renouvellements d'air dans le local d'irradiation);

m. autres indications requises par l'ORaP et la présente ordonnance.

14 RS **812.213**

2 Description technique

La description technique de l'accélérateur doit apporter au personnel technique de l'exploitant, outre des informations sur le mode de fonctionnement, des instructions qui lui permettront d'effectuer de manière indépendante des ajustements, l'échange de pièces usées et de petits travaux d'entretien.

En outre, elle comprend au moins les informations suivantes, spécifiques à l'installation et touchant à la radioprotection:

a. plan de l'accélérateur, indiquant en particulier le mode de construction de la gaine de protection et d'autres parties qui sont importantes pour la radioprotection et l'exploitation en radiothérapie;

b. contributions typiques de rayonnements parasites dans le faisceau primaire, telles que contributions du rayonnement photonique en mode d'irradiation par électrons, cela pour toutes les énergies et les grandeurs de champ représentatives, contributions du rayonnement neutronique en mode d'irradiation par rayonnement photonique et électrons pour des énergies d'au moins 10 MeV;

c. indications sur le débit de dose et le domaine de débit de dose dans des conditions de référence pour tous les types de rayonnement et toutes les énergies disponibles;

d. indications sur le rayonnement transmis (y compris la contribution neutronique) à travers les diaphragmes, le collimateur primaire et la gaine de protection pour le rayonnement photonique et les électrons;

e. instructions sur le comportement en cas de défaillance technique ou radiologique et lors d'incidents radiologiques médicaux.

3 Dossier technique

Le dossier technique comprend au moins les éléments suivants:

a. demande d'autorisation et plans de radioprotection approuvés;

b. autorisation de l'OFSP pour le montage et l'exploitation de l'installation;

c. protocoles et indications sur tous les tests et les contrôles effectués, tels que tests de réception, contrôles d'état, contrôles de stabilité, rapports de révision;

d. description technique et indications spécifiques de l'installation;

e. instructions concernant le programme d'assurance de la qualité;

f. enregistrements concernant les pannes et leur réparation; indications sur l'endroit, et son mode d'accès, où sont conservées les informations sur les incidents radiologiques médicaux et sur les défaillances, ainsi que sur leur réparation;

g. indications sur l'organisation de la clinique de radiooncologie et sa structure de radioprotection, et ce, dans la mesure où elles influencent l'exploitation pratique de l'installation.

Annexe 5
(art. 15, al. 5)

Indications minimales dans la documentation de l'irradiation

1 Prescription médicale de traitement

La prescription médicale de traitement comprend au moins les éléments suivants:

a. identification du patient;

b. données concernant l'anamnèse (en particulier grossesse) et brève description de l'affection;

c. visée du traitement et conception globale du traitement;

d. volumes de traitement définis anatomiquement et organes à risque, le cas échéant avec justification à l'aide d'informations acquises par des procédés d'imagerie;

e. dose par fraction et dose totale par rapport aux volumes-cibles et aux organes à risque;

f. modalités de fractionnement;

g. dispositions visant à surveiller le traitement (programme d'assurance de la qualité);

h. date et identification du médecin responsable de la prescription du traitement.

2 Directive de traitement spécifique du patient

La directive de traitement spécifique du patient comprend au moins les éléments suivants:

a. identification du patient;

b. méthode thérapeutique à appliquer et documents de planification;

c. position du volume-cible et des organes à risque, le cas échéant points de référence anatomiques;

d. déroulement du traitement (en particulier nombre de champs, nombre de fractions par jour et au total, intervalles entre les fractions);

e. paramètres géométriques de réglage de la tête d'irradiation et de la table de traitement (en particulier grandeur de champ, angle d'irradiation, paramètres de positionnement, distance foyer-peau), et indications sur les modalités de positionnement et de contention du patient;

f. paramètres physiques d'irradiation (en particulier mode d'irradiation, type de rayonnement, énergie du rayonnement, doses par fraction et doses totales par rapport aux volumes-cibles et aux organes à risque, unités du moniteur);

g. accessoires spécifiques du champ (filtres en coin, blocs de protection, compensateurs, collimateur à lames multiples, etc.);

h. mesures de contrôle (imagerie portale, dosimétrie in vivo, examens de laboratoire, etc.);

i. date et identification des personnes responsables de la planification du traitement (médecin, physicien médical).

3 Attestation d'irradiation

L'attestation d'irradiation contient au moins les éléments suivants:

a. identification du patient;

b. date, heure et numéro de la séance;

c. installation d'irradiation, dans le cas où les irradiations sont effectuées sur plusieurs installations;

d. mode d'irradiation, type de rayonnement, énergie du rayonnement;

e. désignation des champs d'irradiation ou de la séquence d'irradiation;

f. dose appliquée par champ ou par séquence d'irradiation (en unités du moniteur);

g. dose au volume-cible (par fraction et accumulée par toutes les irradiations) et doses accumulées dans les organes à risque;

h. dose accumulée lors des processus d'imagerie;

i. paramètres géométriques et physiques d'irradiation s'écartant de la prescription de traitement spécifique du patient;

j. identification de la personne responsable de l'exécution de l'irradiation.

Annexe 6
(art. 21, al. 3)

Etendue et exécution des contrôles de stabilité

1 Généralités

Le but premier des contrôles de stabilité périodiques d'une installation est de découvrir à temps des modifications significatives de ses performances, en particulier celles qui touchent aux indications de qualité de l'appareillage, durant toute la durée d'exploitation de l'installation. Lorsque les tolérances fixées sont dépassées ou que des anomalies sont constatées, il faut effectuer les ré-étalonnages et/ou les réparations utiles.

Pour déterminer les valeurs de référence des contrôles de stabilité, il faut effectuer, juste après le test de réception et les révisions ou d'autres contrôles d'état, un test selon la procédure envisagée pour les contrôles de stabilité.

On peut renoncer au contrôle périodique des dispositifs et des indicateurs de qualité de l'appareillage pour lesquels des mesures de construction garantissent qu'ils sont testés, au moins chaque jour avant le début des traitements, par un dispositif automatique redondant, garantissant le respect des tolérances fixées et indiquant le cas échéant les écarts.

L'étendue des contrôles de stabilité doit être adaptée de manière adéquate lors de l'introduction de nouvelles méthodes d'irradiation et de nouveaux dispositifs techniques.

2 Contrôles de stabilité

L'étendue, la périodicité et les méthodes des contrôles de stabilité se basent sur les recommandations n° 11 (novembre 2003)[15] et n° 15 (septembre 2007)[16] de la SSRPM.

Le titulaire de l'autorisation doit adapter la périodicité et les méthodes du contrôle de stabilité lorsque l'expérience ou l'état de la science et de la technique, notamment en ce qui concerne les applications spéciales ou les innovations technologiques, l'exigent.

15 Recommandation n° 11 de la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale « Contrôles de qualité des accélérateurs linéaires de radiothérapie », ISBN: 3 908 125 57 X. La recommandation est disponible en librairie ou peut être consultée à l'adresse Internet www.sgsmp.ch.

16 Recommandation n° 15 de la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale « Quality control for Intensity-modulated radiation therapy », ISBN: 3 908 125 41 3. La recommandation est disponible en librairie ou peut être consultée à l'adresse Internet www.sgsmp.ch.

Ordonnance du DFI sur la dosimétrie individuelle et la dosimétrie de l'environnement

(Ordonnance sur la dosimétrie)

du Projet pour l'audition

Le Département fédéral de l'intérieur (DFI), en accord avec l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN)

vu l'art. 79, al. 1, de l'ordonnance du … sur la radioprotection (ORaP) [1],

arrête:

Chapitre 1 Dispositions générales

Art. 1 Objet

La présente ordonnance régit les dispositions techniques concernant la dosimétrie individuelle et celle de l'environnement et établit les exigences touchant aux systèmes dosimétriques.

Art. 2 Définitions

Les définitions applicables à la présente ordonnance sont celles figurant à l'art. 2 et à l'annexe 1 ORaP et ainsi qu'à l'annexe 1 de la présente ordonnance.

Art. 3 Surveillance

Les autorités qui délivrent l'agrément conformément à l'art. 82 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 radionucléides 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.

RS **814.501.43**

1 RS **814.501**

Art. 6 Mesure des composantes principales du rayonnement

[1] S'il est démontré que, pour une personne, la dose efficace liée 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'assentiment de l'autorité de surveillance, à la détermination individuelle de cette composante du rayonnement.

[2] La mesure de la dose efficace liée à l'incorporation dans les secteurs contrôlés au sens de l'art. 91 ORaP est régie par les fiches spécifiques aux radionucléides figurant à l'annexe 15.

[3] Pour les travaux effectués dans les zones visées à l'art 96 ORaP, on peut, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, renoncer à déterminer la dose efficace résultant d'une incorporation pour les radionucléides qui, ensemble, ne sont pas susceptibles d'entraîner une dose individuelle totale supérieure à 1 mSv par an.

[4] Lorsque, dans un secteur de travail au sens de l'art. 95 ORaP, le volume annuel d'utilisation dépasse 200 fois la limite d'autorisation (LA) dans le cadre de la manipulation de sources radioactives non scellées, ou 20 fois cette limite lorsqu'il s'agit de travaux avec des sources volatiles ou gazeuses, une surveillance d'incorporation doit être effectuée.

Art. 7 Dosimétrie des personnes astreintes en cas d'augmentation de la radioactivité

[1] Les doses d'irradiation des personnes astreintes sont à consigner et à tenir à la disposition de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP).

[2] La dosimétrie peut être effectuée par un service agréé de dosimétrie individuelle. Le Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS) règlemente les autres possibilités concernant la dosimétrie des personnes astreintes.

[3] Si l'on soupçonne une incorporation, il faut procéder à une surveillance d'incorporation conformément à l'art. 34.

[3] 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 des personnes

Section 1 Exécution de la dosimétrie

Art. 8 Port du dosimètre

Le dosimètre du corps entier doit être porté au niveau de la poitrine; les femmes enceintes le portent au niveau de l'abdomen.

Art. 9 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 de la dose efficace à cause de l'inhomogénéité du champ de radiation.

[2] L'autorité de surveillance fixe au cas par cas comment :

a. la dose efficace doit être déterminée sur la base des doses corporelles partielles ;

b. le service de dosimétrie individuelle doit annoncer les résultats.

[3] Pour les personnes professionnellement exposées aux radiations qui doivent se tenir à proximité immédiate du patient lors d'activités en radiologie interventionnelle, soit en tant qu'opérateurs soit en tant qu'examinateurs, le port d'un deuxième dosimètre est obligatoire.

Art. 10 Port d'un tablier de protection

[1] Le dosimètre doit être porté sous le tablier de protection, au niveau de la poitrine. Lors de l'utilisation d'un deuxième dosimètre, celui-ci doit être porté sur le tablier de protection, au niveau de la poitrine. Il doit porter un signe distinctif apposé par le service de dosimétrie individuelle.

[2] La dose individuelle totale – avec deux 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, ou $a = 0{,}05$, si le tablier la protège.

[3] Le titulaire de l'autorisation annonce au service de dosimétrie individuelle :

a. les personnes pour lesquelles un deuxième dosimètre est nécessaire ;

b. si ces personnes portent une protection de la glande thyroïde.

[4] Le service de dosimétrie individuelle calcule la dose individuelle totale et annonce les valeurs de H_{sous}, H_{sur} et H_{total} à l'entreprise mandante et au registre dosimétrique central.

Art. 11 Dose au cristallin

[1] La dose équivalente au cristallin est supposée égale à la dose individuelle en surface $H_p(0{,}07)$ mesurée par le dosimètre du corps entier. Elle peut aussi être déterminée avec un dosimètre porté au niveau de l'œil et annoncée comme telle.

[2] Dans le cas de champs de radiation inhomogènes pour lesquels la dose au corps entier n'est pas représentative de la dose au cristallin, l'autorité de surveillance peut exiger au cas par cas le port d'un deuxième dosimètre au niveau des yeux.

[3] Lors du port de deux dosimètres du corps entier et d'un tablier de protection, la dose au cristallin correspond à la dose individuelle totale en surface $H_{total}(0{,}07)$ visée à l'art. 10, al. 2.

[4] En cas de port de lunettes de protection, l'expert en radioprotection détermine, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, un facteur de correction individuel correspondant à $f_C < 1$ et le communique au service de dosimétrie individuelle. Celui-ci calcule la dose individuelle au cristallin comme suit:

1 dosimètre du corps entier*:* $H_{cristallin}(0{,}07) = f_C * H_p(0{,}07)$

2 dosimètres du corps entier: $H_{cristallin}(0,07) = H_{sous}(0,07) + f_C * H_{sur}(0,07)$

où les valeurs $H_{sous}[0,07]$ et $H_{sur}[0,07]$ sont déterminées conformément à l'art. 10, al. 2. avant de la communiquer à l'entreprise et au registre dosimétrique central.

Art. 12 Dosimètre des extrémités

[1] Lors d'activités impliquant des sources de radiations qui peuvent conduire à des hauts débits de dose au niveau des mains, le port d'un dosimètre des extrémités est en outre obligatoire. Cela vaut en particulier pour les activités suivantes:

a. manipulation de sources γ d'un volume annuel d'utilisation de plus de 200 LA;

b. manipulation de sources β d'une énergie maximale supérieure à 1 MeV dans des secteurs de travail de type B ou d'un volume annuel d'utilisation de plus de 200 LA;

c. examens de radiologie interventionnelle dans le domaine des doses élevées;

d. travaux de réglage sur des installations de rayons X analytiques.

[2] L'autorité de surveillance peut exiger au cas par cas le port d'un dosimètre des extrémités lors d'autres activités pouvant conduire à une dose aux extrémités supérieure à 25 mSv par an.

[3] Le dosimètre des extrémités est porté, dans la mesure du possible, à l'endroit où la dose la plus élevée est attendue.

Art. 13 Détermination de la dose aux extrémités lors de la manipulation de sources non scellées

[1] Lors de la manipulation de sources non scellées, la dose aux extrémités est calculée comme suit, à partir de la dose indiquée par le dosimètre-bague et d'un facteur de correction:

$$H_{extr.} = f_E * H_p(0,07)$$

où $Hp(0,07)$ est la dose indiquée par le dosimètre-bague et f_E le facteur de correction. Celui-ci vaut 5.

[2] Le titulaire de l'autorisation peut, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, déterminer à l'aide de mesures appropriées des facteurs individuels de correction et les appliquer.

[3] Le titulaire de l'autorisation annonce au service de dosimétrie individuelle les personnes qui travaillent avec des sources non scellées et leurs facteurs individuels de correction.

[4] Le service de dosimétrie individuelle calcule la dose individuelle aux extrémités et annonce les valeurs de $H_p(0,07)$, f_E et $H_{extr.}$ à l'entreprise mandante et au registre dosimétrique central.

Art. 14 Dosimètres individuels actifs utilisés en tant que deuxièmes dosimètres

L'autorité de surveillance peut, dans des cas particuliers, exiger le port de dosimètres individuels actifs (DIA), notamment:

a. lorsqu'un contrôle en continu de l'exposition des personnes présentes dans le champ de radiation doit être assuré (dosimétrie associée à une tâche);

b. lorsque des mesures doivent être prises en cas d'atteinte ou de dépassement des seuils d'alarme;

c. lorsque les personnes exposées aux radiations doivent être sensibilisées et informées en temps réel au sujet de la dose qu'elles reçoivent durant leur activité :

d. lorsque le comportement des personnes exposées dans le champ de radiation doit être optimisé afin de réduire les doses individuelle et collective.

Art. 15 Détermination de la dose dans le cas du personnel navigant

[1] Les exploitants de compagnies aériennes déterminent à l'aide d'un logiciel reconnu par l'autorité qui délivre les autorisations la dose individuelle reçue par le personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

[2] Le logiciel doit être conforme à l'état de la technique.

Art. 16 Allongement de la période de mesure

Un allongement de la période de mesure au-delà d'un mois ou d'un trimestre, conformément aux art. 73, al. 2, et 74, al. 2, ORaP, est possible, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, notamment:

a. lorsque les personnes concernées sont surveillées en outre à l'aide de dosimètres individuels à lecture directe, ou

b. lorsqu'une dosimétrie d'ambiance, avec indication du débit de dose ou possibilité d'alarme, est effectuée.

Section 2 Exigences techniques auxquelles doivent répondre les systèmes de dosimétrie

Art. 17 Exigences générales

Les systèmes de mesure visés par l'art. 80, al. 2, let. d, ORaP doivent permettre la détermination des grandeurs opérationnelles pour la dosimétrie individuelle en cas d'irradiation externe définies à l'annexe 4 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 9.

[2] L'écart entre la valeur de la dose indiquée et la valeur de référence, dans les conditions de référence fixées à l'art. 23, ne doit pas être supérieur à ±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 au cas par cas 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 9 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.

Art. 20 Exigences supplémentaires pour l'agrément de DIA

[1] Les DIA doivent être soumis à un essai de type conforme aux règles reconnues de la technique.

[2] Il faut garantir par des dispositions adéquates que les données dosimétriques ne peuvent pas 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 Exigences auxquelles doivent répondre les DIA utilisés en tant que deuxièmes dosimètres

[1] Les exigences concernant les DIA supplémentaires visées à l'art. 14 sont fixées par l'autorité de surveillance en fonction des applications concrètes. Elles comprennent :

a. les exigences minimales concernant la mesure ;

b. l'étalonnage et le rattachement métrologique ;

c. le réglage des seuils d'alarme : et

d. l'assurance de qualité.

[2] Après intervention, les valeurs de dose déterminées par un DIA doivent être évaluées et consignées.

Art. 22 Mesures d'intercomparaison

[1] Lors des mesures d'intercomparaison visées par l'art. 84, al. 2, ORaP, la précision de mesure dans les conditions de référence fixées à l'art. 23 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 de dosimétrie individuelle 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 9, compte tenu des exceptions fixées à l'art. 19, al. 3 et 4, doivent être satisfaites.

Section 3 Définitions et conditions techniques

Art. 23 Conditions de référence

Les conditions de référence sont définies comme suit: fantôme d'irradiation décrit à l'art. 24, 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'américium-béryllium

Art. 24 Définition du fantôme d'irradiation

1 Le fantôme d'irradiation pour la dosimétrie individuelle et la dosimétrie du cristallin consiste en un récipient parallélépipédique en polyméthylmétacrylate/PMMA (plexiglas) de dimensions suivantes: 30 × 30 × 15 cm^3. 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. 25 Grandeurs de mesure

1 Les grandeurs opérationnelles de la dosimétrie individuelle doivent être déduites, à l'aide de coefficients de conversion fournis à l'annexe 10, 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 La traçabilité des systèmes de mesure aux standards nationaux est à effectuer par le biais des grandeurs définies à l'al. 1, let. a à c.

Art. 26 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 la face avant du fantôme, derrière le dosimètre. La distance entre la source et le fantôme doit être d'au moins 2 m. Le champ de radiation doit couvrir complètement le fantôme.

Art. 27 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 la face avant du fantôme, derrière le dosimètre. La distance entre la source et le fantôme doit être d'au moins 20 cm et d'au plus 50 cm. Le champ de radiation doit couvrir complètement le fantôme.

Art. 28 Champs de radiation de référence

Les champs de radiation de référence visés par l'annexe 10 doivent correspondre aux normes ISO[2] 4037[3] (faisceaux de photons), ISO 8529[4] (faisceaux de neutrons) et ISO 6980[5] (faisceaux de rayonnement bêta).

Art. 29 Conditions pour le contrôle de la dépendance énergétique

La dépendance énergétique est contrôlée en irradiant le fantôme visé à l'art. 24 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. 30 Conditions pour le contrôle de la dépendance directionnelle

La dépendance directionnelle est contrôlée en irradiant le fantôme visé à l'art. 24 sous différents angles, à une valeur de référence de la grandeur opérationnelle située entre 2 et 10 mSv.

Art. 31 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. 32 Fading

2 International Organization for Standardization. Les normes techniques de l'ISO citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement auprès de l'Office fédéral de la santé publique, 3003 Berne ou achetées auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur, www.snv.ch.

3 ISO 4037-1, édition: 1996-120 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 l,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: Étalonnage 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: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels dans des champs de référence X de faible énergie.

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

5 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.

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

Art. 33 Arrondissement des valeurs de dose

[1] Les services de dosimétrie individuelle arrondissent les valeurs de mesure en mSv à un chiffre après la virgule, après soustraction du bruit de fond.

[2] Par dérogation, dans le domaine des faibles doses (< 1 mSv), les valeurs de mesure des dosimètres individuels pour le rayonnement photonique inférieures à 0,075 mSv sont arrondies à 0 et celles supérieures ou égales à 0,075 mSv, à 0,1 mSv.

Chapitre 3 Irradiation interne des personnes

Section 1 Dispositions concernant l'exécution de la dosimétrie

Art. 34 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 15.

[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 15, des aménagements aux mesures d'incorporation, conformément à l'art. 35, al. 1, let. b, sont admis.

Art. 35 Méthodes de mesure

[1] La surveillance d'incorporation doit être effectuée comme suit:

a. à l'aide d'une mesure de tri effectuée par l'entreprise conformément aux consignes de l'autorité de surveillance; ou

b. à l'aide d'une mesure d'incorporation effectuée avec un équipement approprié par un service de dosimétrie individuelle agréé.

[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 nucléide et indiqué à l'annexe 15.

Art. 36 Intervalles de surveillance

[1] Les intervalles de surveillance sont indiqués à l'annexe 15 pour certains radionucléides.

[2] Pour les radionucléides qui ne figurent pas à l'annexe 15, 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 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 (inférieure à 1 jour), la surveillance d'incorporation doit être effectuée par des mesures de tri fréquentes, par exemple chaque jour de travail.

[4] Lorsque l'intervention dans un secteur contrôlé est plus courte que l'intervalle de surveillance pour le nucléide utilisé ou pour les nucléides significatifs vis-à-vis de la dose d'incorporation, une mesure de tri doit être effectuée à la fin de l'intervention.

Art. 37 Mélanges de radionucléides

[1] Lorsque l'on peut admettre qu'une composition de nucléides est stable, on peut limiter la mesure d'incorporation à un nucléide directeur.

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

Art. 38 Mesure de la concentration d'activité dans l'air ambiant

Dans les cas particuliers où une mesure individuelle de l'incorporation n'est pas appropriée, il est possible, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, d'effectuer à la place une mesure de la concentration d'activité dans l'air ambiant.

Art. 39 Radionucléides particuliers

Si, pour un radionucléide 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.

Art. 40 Détermination de l'exposition au radon

[1] Lors d'une exposition au radon telle que décrite à l'art. 63, al. 1, let. d, ORaP, la détermination de la dose est réalisée par un service de dosimétrie individuelle agréé pour le radon ou par le titulaire de l'autorisation.

[2] La détermination de la dose s'effectue conformément à l'annexe 12.

[3] L'autorité de surveillance définit, en consultation avec le titulaire de l'autorisation, le facteur d'équilibre *(F)*.

[4] Le titulaire de l'autorisation peut, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, déterminer lui-même ce facteur à l'aide de mesures appropriées et l'appliquer.

Section 2 Exécution de mesures de tri et conditions régissant l'agrément des services de mesure d'incorporation

Art. 41 Mesures de tri

[1] Pour les appareils, les seuils de mesure spécifiques aux radionucléides doivent être fixés à l'aide d'un étalonnage ou d'une mesure d'intercomparaison et doivent être contrôlés tous les trois ans.

[2] Il y a lieu de documenter dans des directives internes:

a. les procédures utilisées lors des mesures de tri, notamment la mesure du débit de dose, l'analyse d'urine par scintillation liquide, la mesure de l'activité dans la thyroïde;

b. l'étalonnage; et

c. les démarches d'assurance de qualité.

3 Les résultats des mesures de tri doivent être consignés individuellement.

Art. 42 Agrément des services de mesure d'incorporation

1 L'agrément d'un service de mesure d'incorporation selon les art. 80 à 82 ORaP concerne des radionucléides définis.

2 Lors des analyses d'excréta, les activités ou les concentrations radioactives mesurées doivent pouvoir être déterminées:

a. entre 10 et 100 fois le seuil de mesure fixé à l'annexe 13; et

b. avec un écart par rapport à la valeur de référence de 20 % au maximum.

3 Pour les mesures directes, l'activité mesurée sur un fantôme approuvé par l'autorité qui délivre l'agrément doit pouvoir être déterminée:

a. entre le seuil de mesure fixé à l'annexe 15 et une valeur 100 fois supérieure;

b. avec un écart par rapport à la valeur de référence de 20 % au maximum.

4 Les systèmes de mesure doivent correspondre à l'état de la technique et être traçables, par le biais d'une chaîne ininterrompue d'intercomparaisons, à des étalons appropriés.

Section 3 Modèles standard pour les calculs

Art. 43 Calcul standard

1 Le calcul standard de la dose efficace engagée doit être effectué selon les indications fournies à l'annexe 11.

2 Les données spécifiques aux nucléides devant être utilisées pour ce calcul sont indiquées à l'annexe 15.

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 Dosimétrie de l'environnement

Section 1 Définitions et dispositions générales

Art. 44 But de la dosimétrie de l'environnement

La dose ambiante ou le débit de dose ambiante à l'extérieur des entreprises doit être déterminée à l'aide de la dosimétrie de l'environnement :

a. pour détecter le rayonnement direct (y compris le skyshine) émis par les entreprises;

b. pour détecter les écarts par rapport au bruit de fond naturel dû à la présence de substances radioactives; et

c. pour obtenir des informations supplémentaires concernant les champs de radiation et la répartition de la dose après une défaillance.

Art. 45 Systèmes utilisés pour la dosimétrie de l'environnement

[1] Les systèmes de dosimétrie de l'environnement sont répartis en quatre types:

a. type 1: dosimètres stationnaires passifs avec un temps d'exposition en général d'au moins un mois;

b. type 2: instruments stationnaires de mesure du débit de dose avec transmission automatique des données ;

c. type 3: instruments mobiles de mesure du débit de dose;

d. type 4: systèmes spectrométriques possédant un algorithme pour la détermination du débit de dose ambiante.

[2] La grandeur dosimétrique que les systèmes de dosimétrie de l'environnement ont à déterminer est l'équivalent de dose ambiant H*(10). Le rattachement des systèmes de mesure aux étalons nationaux s'effectue, conformément à l'annexe 14, à l'aide des grandeurs suivantes :

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

b. fluence (Φ) pour les neutrons.

Art. 46 Assurance de qualité

[1] Un programme d'assurance de la qualité doit être appliqué aux systèmes de mesure.

[2] L'étalonnage doit être rattaché aux étalons de référence nationaux.

[3] Le contrôle de la stabilité des systèmes de dosimétrie de l'environnement de type 2 et 3 se base sur l'article 15 de l'ordonnance du 7 décembre 2012 du DFJP sur les instruments de mesure des rayonnements ionisants (OIMRI) [6].

[4] La détermination du débit de dose ambiante avec les systèmes de dosimétrie de l'environnement de type 4 doit être vérifiée expérimentalement.

Art. 47 Mesures d'intercomparaison et contrôles

6 SR **941.210.5**

[1] Lors de mesures d'intercomparaison de systèmes de type 1, la précision de mesure doit être contrôlée dans les conditions de référence. De telles intercomparaisons sont à effectuer régulièrement.

[2] Si les valeurs de dose indiquées lors des mesures d'intercomparaisons et des contrôles, dans les conditions de référence visées à l'art. 48 s'écartent de plus de 20 % de la valeur de référence, l'exploitant du système de dosimétrie de l'environnement établit la raison de l'écart et prend des mesures correctives, par exemple une nouvelle calibration.

[3] Si, des tests complémentaires sont effectués à l'occasion d'intercomparaisons, , les exigences fixées à l'annexe 13 doivent être satisfaites.

[4] Les systèmes de mesure de type 4, dans la mesure où ils existent, doivent aussi être soumis à des mesures d'intercomparaison.

Section 2 Dispositions techniques

Art. 48 Conditions de référence

[1] Pour les conditions de référence, les faisceaux de photons et de neutrons à utiliser sont ceux prescrits pour la vérification conformément à l'OIMRI.

[2] Les conditions d'irradiation doivent correspondre aux dispositions de l'OIMRI.

[3] Pour les systèmes de type 1, les doses d'irradiation doivent se situer entre 0,5 et 5 mSv; pour les systèmes de type 2 et 3, le débit de dose doit se situer entre 0,1 et 10 mSv/h.

Art. 49 Exigences techniques

[1] Les systèmes de dosimétrie de l'environnement doivent correspondre à l'état de la technique et répondre aux exigences fixées à l'annexe 13.

[2] Pour la détermination de la dose, l'utilisation d'un facteur de normalisation par rapport aux conditions de référence est admise lorsque les dosimètres sont placés dans un champ de radiation connu qui diffère sensiblement du champ de référence.

[3] Concernant la dépendance énergétique, des écarts par rapport aux exigences fixées à l'annexe 13 sont admis lorsque le système dosimétrique est utilisé dans des champs de radiation qui ne fournissent une contribution de dose significative que dans un domaine particulier d'énergie.

Chapitre 5 Dispositions finales

Art. 50 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 7 octobre 1999 sur la dosimétrie individuelle[7] est abrogée.

Art. 51 Entrée en vigueur

7 RO..**2000** 804; RO **2007** 5699

La présente ordonnance entre en vigueur le ....

... Département fédéral de l’intérieur

Alain Berset

Annexe 1
(art. 2)

Définitions

Remarques préliminaires

Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Facteur d'équilibre

Le facteur d'équilibre F est le rapport entre la concentration d'activité du radon équivalente à l'équilibre et sa concentration réelle.

Pour le radon-222, le facteur d'équilibre vaut 1 lorsque tous ses descendants sont présents dans l'air (donc en l'absence de déposition sur les surfaces). Le facteur d'équilibre tend vers zéro lorsque les descendants sont extraits de l'air en continu (par déposition sur les surfaces ou par extraction à l'aide d'un système de purification de l'air). Pour les locaux d'habitation, on admet en général un facteur d'équilibre de 0.4.

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}).

Incorporation chronique

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

Période effective

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

$$T_{½\,eff} = \frac{T_{½\,biol} \cdot T_{½\,phys}}{T_{½\,biol} + T_{½\,phys}}$$

Mesure d'incorporation

Détermination de la dose efficace engagée E_{50}, 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 (**k**inetic **e**nergy **r**eleased in **ma**terial) (J/kg, Gy).

Nucléide directeur

Nucléide représentatif d'un mélange de nucléides 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 efficace correspondante.

Annexe 2[8]
(art. 18)

Exigences concernant un dosimètre individuel pour le rayonnement photonique dans les conditions de mesure de routine

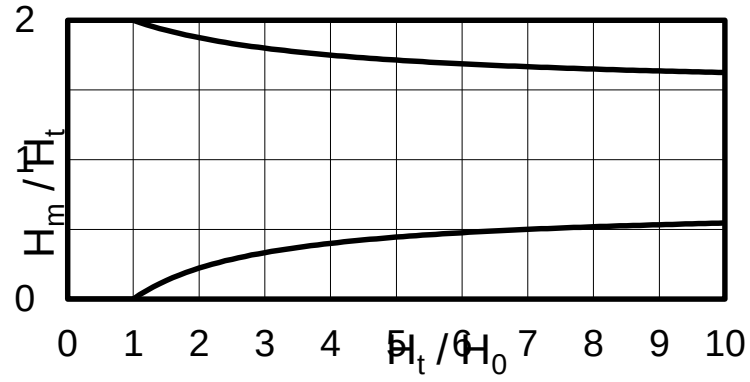
pour $H_t \le H_0$: $0 \le H_m \le 2H_0$

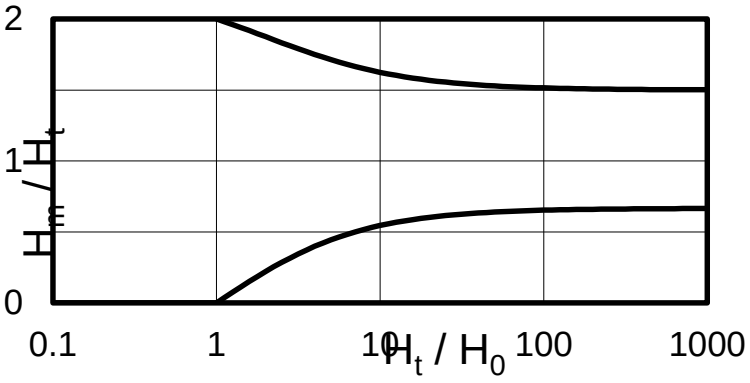
pour $H_t > H_0$: $\frac{1}{1.5}\left(1-\frac{2H_0}{H_0+H_t}\right) \le H_m / H_t \le 1.5\left(1+\frac{H_0}{2H_0+H_t}\right)$

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)





[8] 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 1er janv. 2008 (RO **2007** 5699).

Annexe 3
(art. 19 et 22, al. 3)

Exigences concernant un dosimètre individuel pour le rayonnement photonique

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

$$0,7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1,3$$ 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

$$0,7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1,3$$ 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

Annexe 4
(art. 19 et 22, al. 3)

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
$H_0 = 1$ 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 22, al. 3)

Exigences concernant un dosimètre individuel pour le rayonnement neutronique

a. Grandeur de mesure
$H_p(10)$

b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
$H_0 = 0{,}5$ 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

Annexe 6
(art. 19 et 22, al. 3)

Exigences concernant un dosimètre des extrémités pour le rayonnement photonique

a. Grandeur de mesure
$H_p(0,07)$

b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
$H_0 = 1$ 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 22, 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
$H_0 = 1$ 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 8
(art. 19 et 22)

Exigences concernant un dosimètre du cristallin pour le rayonnement photonique

a. Grandeur de mesure
H_p (0,07)

b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
$H_0 = 0{,}1$ 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

Anhang 9
(art. 19 et 22)

Exigences concernant un dosimètre du cristallin pour le rayonnement bêta

a. Grandeur de mesure
H_p (0,07)

b. Dose la plus faible qui doit être mesurable
H_0 = 1 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 10[9]
(art. 25 et 28)

Coefficients de conversion pour la dosimétrie individuelle

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. 24)

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 74[1], ISO 4037-3[2].

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. 24)

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

9 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 1er janv. 2008 (RO **2007** 5699).

Qualité	Energie moyenne (keV)	Coefficients de conversion $h_p(0,07)$ (Sv/Gy)
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. 24)

Source de neutrons/ Energie des neutrons (MeV)	$h_{p\Phi}(10; \alpha)$ en pSv·cm² pour un angle α de				
	0°	15°	30°	45°	60°
^{252}Cf (modéré par D_2O)	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·cm²)
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 NPL[1]

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

Annexe 11
(art. 43)

Interprétation de la mesure d'incorporation

Pour l'interprétation en situation normale, on admet que l'incorporation est due à une inhalation. La dose efficace 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 annexe 3 ORaP):

$$E_{50} = e_{inh} \cdot I \tag{1}$$

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:

$$M(t) = I \cdot m(t) \tag{2}$$

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

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

Lorsque l'intervalle de temps t entre l'incorporation et la mesure est connu (surveillance spéciale), la dose efficace 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 efficace engagée E_{50} s'obtient à partir de la grandeur M et des valeurs tabulées de $e_{inh}/m(t)$ comme suit:

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

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

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

La dose efficace 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 efficace 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 = 3·T/2 les valeurs de k(Δt) sont données à l'annexe 15. 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 15.

Annexe 12
(art. 40)

Détermination de la dose due à une exposition au radon

La dose efficace reçue par le personnel doit être déterminée lorsque la concentration de radon au poste de travail, intégrée sur la durée effective mensuelle de travail, dépasse 170 kBqh/m^3. Le coefficient de risque nominal, pour l'exposition au radon d'un travailleur, donné dans la publication CIPR 115 (2010) et le coefficient total de risque de cancer et d'effets héréditaires donné dans la publication CIPR 103 (2007) servent de base à la conversion.

Le coefficient de conversion en dose pour une concentration du radon en l'équilibre (facteur d'équilibre F=1) vaut :

$c_B = 1{,}87 \times 10\text{-}5\ mSv/Bqhm^{-3}$

Le facteur d'équilibre F est le rapport entre la concentration d'activité du radon équivalente à l'équilibre et sa concentration réelle. Pour le radon-222, le facteur d'équilibre vaut 1 lorsque tous ses descendants sont présents dans l'air. Le facteur d'équilibre tend vers zéro lorsque les descendants sont éloignés en continu (par exemple par extraction à l'aide d'un système de purification de l'air).

La dose efficace engagée accumulée durant un mois se calcule à l'aide de la formule suivante :

E = F x c_B x concentration du radon intégrée durant un mois (kBqm^{-3}).

La dose annuelle efficace engagée se calcule à partir de la dose efficace engagée accumulée durant un mois en la multipliant par le nombre de mois durant lesquels la personne a été exposée.

Exemple de calcul de la dose annuelle efficace engagée reçue par une personne soumise à une concentration de radon mensuelle intégrée de 170 kBqh/m^3:

Facteur d'équilibre	Dose efficace annuelle [mSv/an]
F = 0,1	3,8
F = 0,2	7,6
F = 0,4	15,3
F = 0,8	38,2

Annexe 13
(art. 47 und 49)

Exigences concernant les systèmes de dosimétrie de l'environnement

A Type 1

1 Rayonnement photonique

a. Grandeur de mesure
H*(10)

b. Domaine de mesure :
0,05 mSv à 100 mSv

c. Linéarité:
Ecart < 15 % entre 0,1 mSv et 100 mSv

d. Dépendance énergétique:
Ecart < 30 % entre 50 keV et 5 MeV

e. Dépendance directionnelle :
Ecart < 20% pour les énergies > 50 keV

f. Reproductibilité :
Ecart standard s < 10 %

g. Fading:
Effet < 20% / période d'exposition

2 Rayonnement neutronique

a. Grandeur de mesure :
H*(10)

b. Domaine de mesure :
0,05 mSv à 10 mSv

c. Linéarité:
Ecart < 30 % entre 0,1 mSv et 10 mSv

d. Dépendance énergétique:
Ecart < facteur 2 pour des spectres de rayonnement réalistes dans le domaine d'utilisation du dosimètre

e. Reproductibilité
Ecart standard s < 30 %

f. Fading:
Effet < 20% / période d'exposition

B Type 2 et 3

Rayonnement photonique

a. Grandeur de mesure :
H*(10)

b. Domaine de mesure :
50 nSv/h à 100 mSv/h

c. Linéarité:
Ecart < 15 % jusqu'à 100 mSv/h

d. Dépendance énergétique:
Ecart < 30 % entre 50 keV et 5 MeV

e. Dépendance directionnelle:
Ecart < 20% pour les énergies > 50 keV

Rayonnement neutronique

a. Grandeur de mesure :
H*(10)

b. Domaine de mesure :
100 nSv/h à 100 mSv/h

c. Linéarité:
Ecart < 30 % jusqu'à 100 mSv/h

d. Dépendance énergétique:
Ecart < facteur 2 pour des spectres de rayonnement réalistes dans le domaine d'utilisation du dosimètre

C Type 4

Rayonnement photonique

a. Grandeur de mesure :
H*(10)

b. Domaine de mesure :
50 nSv/h jusqu'à 10 µSv/h

Annexe 14
(art. 45)

Coefficients de conversion pour la dosimétrie de l'environnement

a. Coefficients de conversion pour le rayonnement photonique

Coefficients de conversion pour le passage du kerma dans l'air à l'équivalent de dose ambiant H*(10)

Source Qualité	Energie moyenne (keV)	h*(10) (Sv/Gy)
N – 60	48	1.59
Am - 241	59	1.74
N – 80	65	1.73
N – 100	83	1.71
N – 120	100	1.64
N – 150	118	1.58
N – 200	164	1.46
N – 250	208	1.39
N – 300	250	1.35
Cs - 137	662	1.20
Co - 60	1250	1.16
Ti (cible)	5140	1.11

Références : ICRP 74, ISO 4037-3

b. Coefficients de conversion pour le rayonnement neutronique

Coefficient de conversion h*Φ(10) pour le passage de la fluence neutronique Φ à l'équivalent de dose ambiant H*(10)

Source de neutrons/ énergie neutronique (MeV)	h*Φ (10) $pSv.cm^2$
^{252}Cf (modéré par D_2O)	105
^{252}Cf	385
^{241}Am-Be (α,n)	391
Neutrons thermiques	10.6
0,024	19.3
0,144	127
0,250	203
0,57	343
1,2	425
2,5	416
2,8	413
3,2	411
5,0	405
14,8	536
19	584
30	515
50	400
75	330
100	285
150	245

200	260

Références : ISO 8529-3, ICRP 74.

Fiches spécifiques aux radionucléides

A. Aperçu des fiches spécifiques

Liste des radionucléides:

1. H-3 sous forme HTO
2. C-11
3. C-14
4. O-15
5. F-18
6. P-32
7. P-33
8. S-35
9. Ca-45
10. Cr-51
11. Fe-59
12. Co-57
13. Co-58
14. Co-60
15. Zn-65
16. Ga-67
17. Ga-68
18. Sr-85
19. Sr-89
20. Sr-90
21. Y-90
22. Tc-99m
23. In-111
24. I-123
25. I-124
26. I-125
27. I-131
28. Ba-133
29. Cs-134
30. Cs-137
31. Eu-152
32. Sm-153
33. Eu-154

Liste des radionucléides:

34. Er-169
35. Lu-177
36. Re-186
37. Re-188
38. Tl-201
39. Ra-223
40. Ra-226
41. Th-232
42. U-235
43. U-238
44. Np-237
45. Pu-239
46. Am-241

B Fiches spécifiques

1. H-3 sous forme de HTO

1.1. 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.

1.2. 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.

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

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

1. 4.Interprétation en cas d'incorporation unique

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}78\times10^{-9}$
2	$0{,}86\times10^{-9}$
3	$0{,}90\times0^{-9}$
4	$0{,}95\times10^{-9}$
5	$1{,}1\times10^{-9}$
6	$1{,}1\times10^{-9}$
7	$1{,}2\times10^{-9}$
15	$2{,}0\times10^{-9}$
30	$5{,}3\times10^{-9}$
45	13×10-9

1.5. Interprétation en cas d'incorporation chronique

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u\ 1{,}4\cdot10^{-9}$ (Sv par intervalle de surveillance)

2. C-11

2.1. 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).

2.2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure du rayonnement direct au niveau de l'estomac/de l'abdomen, au minimum toutes les 4 heures, ou surveillance continue de l'air ambiant (4000 Bq/m^3) et mesure du rayonnement direct au niveau de l'estomac/de l'abdomen.

Seuil de mesure: 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.

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

T_{tri}: 4 heures	T_{mesure}: –	$t_{événement}$: immédiatement

2.4. Interprétation

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

3. C-14

3.1. 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.

3.2. 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.

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

T_{tri}: 1 semaine	T_{mesure}: 30 jours	$t_{événement}$: 1 jour

3.4. 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.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

E_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$4{,}3\times10^{-6}$
2	$2{,}9\times10^{-6}$
3	$2{,}9\times10^{-6}$
4	$2{,}9\times10^{-6}$
5	$3{,}0\times10^{-6}$
6	$3{,}0\times10^{-6}$
7	$3{,}1\times10^{-6}$
15	$3{,}5\times10^{-6}$
30	$4{,}5\times10^{-6}$
45	$5{,}8\times10^{-6}$

3.5. 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

4.1. 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.

4.2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure du rayonnement direct au niveau de l'estomac/de l'abdomen ou surveillance continue de l'air ambiant (4000 Bq/m^3) et mesure du rayonnement direct au niveau de l'estomac/de l'abdomen après chaque alarme.

Seuil de mesure: 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.

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

T_{tri}: lors d'alarmes	T_{mesure}: –	$t_{événement}$: immédiatement

4.4. Interprétation

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

5. F-18

5.1. 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).

5.2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure du rayonnement direct au niveau de l'estomac/de l'abdomen ou surveillance continue de l'air ambiant (4000 Bq/m^3) et mesure du rayonnement direct au niveau de l'estomac/de l'abdomen après chaque alarme

Seuil de mesure: 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.

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

T_{tri}: 4 heures	T_{mesure}: –	$t_{événement}$: immédiatement

5.4. Interprétation

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

6. P-32

6.1. 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).

6.2. 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.

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

T_{tri}:	30 jours	T_{mesure}:	30 jours	$t_{événement}$:	2 jours

6.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}011\times10^{-5}$
2	$0{,}018\times10^{-5}$
3	$0{,}029\times10^{-5}$
4	$0{,}043\times10^{-5}$
5	$0{,}056\times10^{-5}$
6	$0{,}073\times10^{-5}$
7	$0{,}090\times10^{-5}$
15	$0{,}27\times10^{-5}$
30	$0{,}92\times10^{-5}$
45	$3{,}1\times10^{-5}$

6.5. 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

7.1. 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).

7.2. 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.

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

T_{tri}:	30 jours	T_{mesure}:	30 jours	$t_{événement}$:	2 jours

7.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}049\times10^{-6}$
2	$0{,}079\times10^{-6}$
3	$0{,}12\times10^{-6}$
4	$0{,}18\times10^{-6}$
5	$0{,}23\times10^{-6}$
6	$0{,}28\times10^{-6}$
7	$0{,}34\times10^{-6}$
15	$0{,}87\times10^{-6}$
30	$2{,}2\times10^{-6}$
45	5,4×10-6

7.5. 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

8.1. 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 résorption 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.

8.2. 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)

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

T_{tri}:	60 jours	T_{mesure}:	60 jours	$t_{événement}$:	1 jour

8.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance T = 60 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}0070\times10^{-6}$
2	$0{,}057\times10^{-6}$
3	$0{,}42\times10^{-6}$
4	$0{,}77\times10^{-6}$
5	$0{,}81\times10^{-6}$
6	$0{,}86\times10^{-6}$
7	$0{,}91\times10^{-6}$
15	$1{,}2\times10^{-6}$
30	$2{,}1\times10^{-6}$
60	$5{,}7\times10^{-6}$
90	14×10-6

8.5. 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

9.1. 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.

9.2. 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.

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

T_{tri}: 30 jours	T_{mesure}: 30 jours	$t_{événement}$: 2 jours

9.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}29\times10^{-6}$
2	$0{,}63\times10^{-6}$
3	$0{,}87\times10^{-6}$
4	$1{,}1\times10^{-6}$
5	$1{,}2\times10^{-6}$
6	$1{,}5\times10^{-6}$
7	$1{,}6\times10^{-6}$
15	$3{,}2\times10^{-6}$
30	$8{,}1\times10^{-6}$
45	17×10-6

9.5. 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

10.1. 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.

10.2. 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.

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

T_{tri}: 30 jours	T_{mesure}: 30 jours	$t_{événement}$: immédiatement

10.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}071\times10^{-9}$
2	$0{,}13\times10^{-9}$
3	$0{,}23\times10^{-9}$
4	$0{,}31\times10^{-9}$
5	$0{,}37\times10^{-9}$
6	$0{,}41\times10^{-9}$
7	$0{,}45\times10^{-9}$
15	$0{,}67\times10^{-9}$
30	$1{,}2\times10^{-9}$
45	2,0×10-9

10.5. 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

11.1. 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.

11.2. 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.

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

T_{tri}: 30 jours	T_{mesure}: 30 jours	$t_{événement}$: immédiatement

11.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}64\times10^{-8}$
2	$1{,}1\times10^{-8}$
3	$1{,}8\times10^{-8}$
4	$2{,}3\times10^{-8}$
5	$2{,}7\times10^{-8}$
6	$2{,}7\times10^{-8}$
7	$2{,}9\times10^{-8}$
15	$3{,}4\times10^{-8}$
30	$4{,}4\times10^{-8}$
45	$5{,}8\times10^{-8}$
60	7,4×10-8

11.5. 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

12.1. 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.

12.2. 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.

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

T_{tri}: 180 jours	T_{mesure}: 180 jours	$t_{événement}$: immédiatement

12.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance T = 180 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$1{,}22\times10^{-9}$
2	$2{,}40\times10^{-9}$
3	$4{,}29\times10^{-9}$
4	$6{,}19\times10^{-9}$
5	$7{,}58\times10^{-9}$
6	$8{,}37\times10^{-9}$
7	$8{,}78\times10^{-9}$
15	$10{,}1\times10^{-9}$
30	$12{,}0\times10^{-9}$
60	$15{,}3\times10^{-9}$
90	$18{,}4\times10^{-9}$
180	$27{,}5\times10^{-9}$
270	$38{,}2\times10^{-9}$

12.5. 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

13.1. 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.

13.2. 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.

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

T_{tri}: 30 jours	T_{mesure}: 30 jours	$t_{événement}$: immédiatement

13.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}35\times10^{-8}$
2	$0{,}68\times10^{-8}$
3	$1{,}2\times10^{-8}$
4	$1{,}8\times10^{-8}$
5	$2{,}2\times10^{-8}$
6	$2{,}5\times10^{-8}$
7	$2{,}6\times10^{-8}$
15	$3{,}2\times10^{-8}$
30	$4{,}3\times10^{-8}$
45	$5{,}3\times10^{-8}$
60	$6{,}8\times10^{-8}$
90	10×10-8

13.5. 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

14.1. 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-60, la durée de séjour de cette fraction est déterminée principalement, à cause de la longue période physique, par les mécanismes de clearance pulmonaire.

14.2. 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.

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

T_{tri}: 180 jours	T_{mesure}: 180 jours	$t_{événement}$: immédiatement

14.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance T = 180 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}35\times10^{-7}$
2	$0{,}68\times10^{-7}$
3	$1{,}2\times10^{-7}$
4	$1{,}7\times10^{-7}$
5	$2{,}1\times10^{-7}$
6	$2{,}3\times10^{-7}$
7	$2{,}5\times10^{-7}$
15	$2{,}8\times10^{-7}$
30	$3{,}1\times10^{-7}$
60	$3{,}8\times10^{-7}$
90	$4{,}3\times10^{-7}$
180	$5{,}3\times10^{-7}$
270	$6{,}1\times10^{-7}$

14.5. 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

15.1. 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.

15.2. 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.

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

T_{tri}: 180 jours	T_{mesure}: 180 jours	$t_{événement}$: immédiatement

15.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance T = 180 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$5{,}19\times10^{-9}$
2	$7{,}39\times10^{-9}$
3	$9{,}06\times10^{-9}$
4	$10{,}0\times10^{-9}$
5	$10{,}4\times10^{-9}$
6	$10{,}7\times10^{-9}$
7	$10{,}9\times10^{-9}$
15	$11{,}8\times10^{-9}$
30	$13{,}5\times10^{-9}$
90	$19{,}4\times10^{-9}$
180	$29{,}4\times10^{-9}$
270	$43{,}4\times10^{-9}$
360	$63{,}6\times10^{-9}$

15.5. 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

16.1. 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 $f_1 = 0{,}001$). 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.

16.2. 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.

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

T_{tri}: 7 jours	T_{mesure}: 7 jours	$t_{événement}$: immédiatement

16.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

Intervalle de surveillance T = 7 jours

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv
M: Valeur de mesure en Bq
e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq
m(t): Fraction de rétention
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours

t [jour]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}70\times10^{-9}$
2	$1{,}65\times10^{-9}$
3	$3{,}55\times10^{-9}$
4	$6{,}32\times10^{-9}$
5	$9{,}49\times10^{-9}$
6	$12{,}9\times10^{-9}$
7	$16{,}7\times10^{-9}$
8	$21{,}2\times10^{-9}$
9	$26{,}7\times10^{-9}$
10	$33{,}3\times10^{-9}$
14	$81{,}6\times10^{-9}$

16.5. 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

17.1. 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).

17.2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure du rayonnement direct au niveau de l'estomac/de l'abdomen, au minimum toutes les 4 heures.

Seuil de mesure: 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.

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

T_{tri}: 4 heures	T_{mesure}: --	$t_{événement}$: immédiatement

17.4. Interprétation

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

18. Sr-85

18.1. 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.

18.2. 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.

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

T_{tri}: 30 jours	T_{mesure}: 30 jours	$t_{événement}$: immédiatement

18.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}13\times10^{-8}$
2	$0{,}26\times10^{-8}$
3	$0{,}49\times10^{-8}$
4	$0{,}72\times10^{-8}$
5	$0{,}90\times10^{-8}$
6	$1{,}0\times10^{-8}$
7	$1{,}1\times10^{-8}$
15	$1{,}3\times10^{-8}$
30	$1{,}7\times10^{-8}$
45	$2{,}2\times10^{-8}$
60	$2{,}8\times10^{-8}$
90	$4{,}3\times10^{-8}$

18.5. 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

19.1. 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.

19.2. 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 aprés séparation chimique de la concentration en Sr-89 dans l'urine C_u en Bq/l.

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

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

19.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}0098\times10^{-3}$
2	$0{,}024\times10^{-3}$
3	$0{,}037\times10^{-3}$
4	$0{,}049\times10^{-3}$
5	$0{,}065\times10^{-3}$
6	$0{,}080\times10^{-3}$
7	$0{,}096\times10^{-3}$
15	$0{,}26\times10^{-3}$
30	$0{,}65\times10^{-3}$
45	$1{,}5\times10^{-3}$
60	2,6×10-3

19.5. 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

20.1. 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.

20.2. 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.

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

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

20.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance T = 30 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}13\times10^{-3}$
2	$0{,}32\times10^{-3}$
3	$0{,}49\times10^{-3}$
4	$0{,}67\times10^{-3}$
5	$0{,}83\times10^{-3}$
6	$0{,}98\times10^{-3}$
7	$1{,}2\times10^{-3}$
15	$2{,}7\times10^{-3}$
30	$6{,}0\times10^{-3}$
45	11×10^{-3}
60	16×10-3

20.5. 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

21.1. 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.

21.2. 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 cm^{-2}

Mesure d'incorporation

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

21.3. 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	$t_{événement}$: 1 jour

21.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$9{,}48\times10^{-7}$
2	$1{,}30\times10^{-5}$
3	$1{,}01\times10^{-4}$
4	$1{,}95\times10^{-4}$
5	$2{,}64\times10^{-4}$
6	$3{,}48\times10^{-4}$
7	$4{,}59\times10^{-4}$
10	$1{,}05\times10^{-3}$
15	$4{,}13\times10^{-3}$
20	$1{,}63\times10^{-2}$
30	$2{,}49\times10^{-1}$

22. Tc-99m

22.1. 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 $f_1 = 0,8$).

22.2. Méthodes de mesure

Mesure de tri (obligatoire)

Mesure directe du rayonnement au niveau de l'estomac ou de la thyroïde.

Seuil de mesure: 1 µSv/h

Mesure d'incorporation

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

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

T_{tri}: en fin de journée	T_{mesure}: (en cas de dépassement du seuil de mesure)	$t_{événement}$: immédiatement

22.4. 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

23.1. Métabolisme

L'indium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0{,}02$). 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.

23.2. 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.

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

T_{tri}: 7 jours	T_{mesure}: 7 jours	$t_{événement}$: immédiatement

23.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

Intervalle de surveillance T = 7 jours

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}80\times10^{-9}$
2	$1{,}88\times10^{-9}$
3	$3{,}99\times10^{-9}$
4	$6{,}97\times10^{-9}$
5	$10{,}4\times10^{-9}$
6	$14{,}2\times10^{-9}$
7	$18{,}7\times10^{-9}$
8	$24{,}2\times10^{-9}$
9	$31{,}2\times10^{-9}$
10	$40{,}1\times10^{-9}$
14	109×10^{-9}

23.5. 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

24.1. 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.

24.2. 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.

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

T_{tri}: en fin de journée (= 12 h)	T_{mesure}: en cas de dépassement du seuil de mesure	$t_{événement}$: 6–12 h

24.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1/4	$0{,}0022\times10^{-6}$
1/2	$0{,}0020\times10^{-6}$
1	$0{,}0029\times10^{-6}$
1,5	$0{,}0052\times10^{-6}$
2	$0{,}010\times10^{-6}$
3	$0{,}034\times10^{-6}$
4	$0{,}12\times10^{-6}$
5	$0{,}44\times10^{-6}$
6	$1{,}5\times10^{-6}$
7	5,5×10-6

25. I-124

25.1. 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.

25.2. 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.

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

T_{tri}:	7 jours	T_{mesure}:	14 jours	$t_{événement}$:	6–12 h

25.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

Intervalle de surveillance T = 14 jours

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}56\times10^{-7}$
2	$0{,}62\times10^{-7}$
3	$0{,}74\times10^{-7}$
4	$0{,}88\times10^{-7}$
5	$1{,}04\times10^{-7}$
6	$1{,}24\times10^{-7}$
7	$1{,}48\times10^{-7}$
10	$2{,}49\times10^{-7}$
14	$5{,}00\times10^{-7}$
15	$5{,}94\times10^{-7}$
21	$14{,}1\times10^{-7}$

25.5. 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

26.1. 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.

26.2. 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.

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

T_{tri}:	30 jours	T_{mesure}:	90 jours	$t_{événement}$:	6–12 h

26.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance T = 90 jours

t [jour]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}56\times10^{-7}$
2	$0{,}52\times10^{-7}$
3	$0{,}52\times10^{-7}$
4	$0{,}56\times10^{-7}$
5	$0{,}56\times10^{-7}$
6	$0{,}56\times10^{-7}$
7	$0{,}56\times10^{-7}$
15	$0{,}66\times10^{-7}$
30	$0{,}90\times10^{-7}$
45	$1{,}2\times10^{-7}$
60	$1{,}6\times10^{-7}$
90	$2{,}6\times10^{-7}$
135	$6{,}1\times10^{-7}$

26.5. 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

27.1. 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.

27.2. 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.

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

T_{tri}:	7 jours	T_{mesure}:	30 jours	$t_{événement}$:	6–12 h

27.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance = 30 jours

t [jour]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}092\times10^{-6}$
2	$0{,}092\times10^{-6}$
3	$0{,}10\times10^{-6}$
4	$0{,}11\times10^{-6}$
5	$0{,}12\times10^{-6}$
6	$0{,}13\times10^{-6}$
7	$0{,}15\times10^{-6}$
15	$0{,}31\times10^{-6}$
30	$1{,}3\times10^{-6}$
45	$5{,}2\times10^{-6}$

27.5. 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. Ba-133

28.1. Métabolisme

Le métabolisme du baryum dans le corps dépend très fortement de la solubilité de ses composés ; de manière générale, le comportement du baryum est toutefois similaire à celui du calcium ou du strontium. Les composés solubles du baryum (classe d'absorption type F) atteignent très rapidement et presque entièrement la circulation sanguine ; les composés peu solubles sont éliminés en quelques jours par les poumons et, en partie, par les selles, pour moitié environ via la circulation sanguine et pour l'autre moitié via le tube digestif (taux de résorption f_1 = 0,1). Le baryum qui atteint la circulation sanguine est déposé dans les os ou éliminé, principalement par l'urine.

28.2. 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: 6000 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité en Ba-133 M en Bq.

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

T_{tri}: 180 jours	T_{mesure}: 180 jours	$t_{événement}$: immédiatement

28.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	3.69×10^{-9}
2	6.60×10^{-9}
3	1.10×10^{-8}
4	1.64×10^{-8}
5	2.20×10^{-8}
6	2.75×10^{-8}
7	3.24×10^{-8}
15	4.79×10^{-8}
30	5.78×10^{-8}
60	6.89×10^{-8}
90	7.99×10^{-8}
180	1.06×10^{-7}
270	1.25×10^{-7}

29. Cs-134

29.1. 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.

29.2. 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.

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

T_{tri}: 180 jours	T_{mesure}: 180 jours	$t_{événement}$: immédiatement

29.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance = 180 jours

t [jour]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}16\times10^{-7}$
2	$0{,}19\times10^{-7}$
3	$0{,}21\times10^{-7}$
4	$0{,}22\times10^{-7}$
5	$0{,}22\times10^{-7}$
6	$0{,}23\times10^{-7}$
7	$0{,}23\times10^{-7}$
15	$0{,}25\times10^{-7}$
30	$0{,}27\times10^{-7}$
60	$0{,}34\times10^{-7}$
90	$0{,}42\times10^{-7}$
180	$0{,}80\times10^{-7}$
270	$1{,}5\times10\text{-}7$

29.5. Correction pour une incorporation antérieure

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

30. Cs-137

30.1. 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.

30.2. 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.

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

T_{tri}: 180 jours	T_{mesure}: 180 jours	$t_{événement}$: immédiatement

30.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

Intervalle de surveillance = 180 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$1{,}1\times10^{-8}$
2	$1{,}3\times10^{-8}$
3	$1{,}5\times10^{-8}$
4	$1{,}5\times10^{-8}$
5	$1{,}6\times10^{-8}$
6	$1{,}6\times10^{-8}$
7	$1{,}6\times10^{-8}$
15	$1{,}7\times10^{-8}$
30	$1{,}9\times10^{-8}$
60	$2{,}2\times10^{-8}$
90	$2{,}8\times10^{-8}$
180	$4{,}8\times10^{-8}$
270	8,6×10-8

30.5. Correction pour une incorporation antérieure

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

31. Eu-152

31.1. Métabolisme

Une grande partie de l'europium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption fl = 0,005). L'europium qui atteint la circulation sanguine est déposé à environ 40 % dans les os et à environ 40 % dans le foie (période biologique de 3500 jours) ; 6 % de l'europium atteignent les reins, où ils sont éliminés avec une période biologique d'environ 10 jours.

31.2. 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: 1000 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité en Eu-152 M en Bq.

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

T_{tri}: 180 jours	T_{mesure}: 180 jours	$t_{événement}$: immédiatement

31.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

t [jour]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	5.48×10^{-8}
2	1.04×10^{-7}
3	1.80×10^{-7}
4	2.52×10^{-7}
5	3.02×10^{-7}
6	3.27×10^{-7}
7	3.39×10^{-7}
15	3.65×10^{-7}
30	4.01×10^{-7}
60	4.49×10^{-7}
90	4.81×10^{-7}
180	5.29×10^{-7}
270	5.64×10^{-7}

32. Sm-153

32.1. 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 déposé 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.

32.2. 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 cm^{-2}

Mesure d'incorporation

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

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

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

32.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$1{,}96\times10^{-9}$
2	$5{,}31\times10^{-9}$
3	$1{,}30\times10^{-8}$
4	$2{,}61\times10^{-8}$
5	$4{,}42\times10^{-8}$
6	$6{,}83\times10^{-8}$
7	$1{,}01\times10^{-7}$
10	$3{,}05\times10^{-7}$
15	$1{,}87\times10^{-6}$
20	$1{,}14\times10^{-5}$
30	$4{,}22\times10^{-4}$

33. Eu-154

33.1. Métabolisme

Une grande partie de l'europium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption fl = 0,005). L'europium qui atteint la circulation sanguine est déposé à environ 40 % dans les os et à environ 40 % dans le foie (période biologique de 3500 jours) ; 6 % de l'europium atteignent les reins, où ils sont éliminés avec une période biologique d'environ 10 jours.

33.2. 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: 800 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité en Eu-154 M en Bq.

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

T_{tri}: 180 jours	T_{mesure}: 180 jours	$t_{événement}$: immédiatement

33.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

t [jour]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	7.10×10^{-8}
2	1.35×10^{-7}
3	2.33×10^{-7}
4	3.27×10^{-7}
5	3.92×10^{-7}
6	4.24×10^{-7}
7	4.40×10^{-7}
15	4.74×10^{-7}
30	5.21×10^{-7}
60	5.85×10^{-7}
90	6.27×10^{-7}
180	6.95×10^{-7}
270	7.46×10^{-7}

34. Er-169

34.1. Métabolisme

L'erbium inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0{,}0005$). 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.

34.2. 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 cm^{-2}

Mesure d'incorporation

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

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

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

34.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$4{,}25\times10^{-7}$
2	$4{,}75\times10^{-6}$
3	$2{,}95\times10^{-5}$
4	$4{,}60\times10^{-5}$
5	$5{,}17\times10^{-5}$
6	$5{,}65\times10^{-5}$
7	$6{,}16\times10^{-5}$
10	$8{,}05\times10^{-5}$
15	$1{,}24\times10^{-4}$
20	$1{,}91\times10^{-4}$
30	$4{,}47\times10^{-4}$

35. Lu-177

35.1. 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.

35.2. 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 cm^{-2}

Mesure d'incorporation

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

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

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

35.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}:	Dose engagée durant 50 ans en Sv
M:	Valeur de mesure en Bq
e_{inh}:	Facteur de dose en Sv/Bq
m(t):	Fraction de rétention
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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$3{,}48\times10^{-9}$
2	$7{,}63\times10^{-9}$
3	$1{,}56\times10^{-8}$
4	$2{,}58\times10^{-8}$
5	$3{,}57\times10^{-8}$
6	$4{,}38\times10^{-8}$
7	$5{,}08\times10^{-8}$
10	$7{,}27\times10^{-8}$
15	$1{,}27\times10^{-7}$
20	$2{,}23\times10^{-7}$
30	$6{,}75\times10^{-7}$

36. Re-186

36.1. 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).

36.2. 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 cm^{-2}

Mesure d'incorporation

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

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

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

36.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$2{,}74\times10^{-9}$
2	$4{,}90\times10^{-9}$
3	$8{,}22\times10^{-9}$
4	$1{,}30\times10^{-8}$
5	$1{,}94\times10^{-8}$
6	$2{,}80\times10^{-8}$
7	$3{,}90\times10^{-8}$
10	$9{,}09\times10^{-8}$
15	$2{,}89\times10^{-7}$
20	$8{,}28\times10^{-7}$
30	$6{,}22\times10^{-6}$

37. Re-188

37.1. 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 $f_1 = 0{,}8$).

37.2. 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 cm^{-2}

Mesure d'incorporation

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

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

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

37.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}:	Dose engagée durant 50 ans en Sv
M:	Valeur de mesure en Bq
e_{inh}:	Facteur de dose en Sv/Bq
m(t):	Fraction de rétention
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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$3{,}75\times10^{-9}$
2	$1{,}49\times10^{-8}$
3	$5{,}53\times10^{-8}$
4	$1{,}93\times10^{-7}$
5	$6{,}43\times10^{-7}$
6	$2{,}06\times10^{-6}$
7	$6{,}33\times10^{-6}$
10	$1{,}61\times10^{-4}$
15	$2{,}75\times10^{-2}$

38. Tl-201

38.1. 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.

38.2. 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.

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

T_{tri}: 14 jours	T_{mesure}: 14 jours	$t_{événement}$: immédiatement

38.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

M: Valeur de mesure en Bq

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction de rétention

Intervalle de surveillance = 14 jours

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

t [jour]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}16\times10^{-9}$
2	$0{,}25\times10^{-9}$
3	$0{,}35\times10^{-9}$
4	$0{,}48\times10^{-9}$
5	$0{,}66\times10^{-9}$
6	$0{,}89\times10^{-9}$
7	$1{,}19\times10^{-9}$
8	$1{,}61\times10^{-9}$
9	$2{,}16\times10^{-9}$
10	$2{,}91\times10^{-9}$
14	$9{,}55\times10^{-9}$
21	$56{,}7\times10^{-9}$

39. Ra-223

39.1. 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

39.2. 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: 300 Bq cm^{-2}

Mesure d'incorporation

Mesure de la concentration de radium-223 et des filles dans l'urine C_u en Bq/l.

39.3. 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	$t_{événement}$:	1 jour

39.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	5.23×10^{-3}
2	3.05×10^{-2}
3	4.79×10^{-2}
4	7.16×10^{-2}
5	1.06×10^{-1}
6	1.54×10^{-1}
7	2.20×10^{-1}
8	3.06×10^{-1}
9	4.16×10^{-1}
10	5.48×10^{-1}
30	5.21
40	1.10×10^{1}

40. Ra-226

40.1. 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.

40.2. 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/m^3 (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.

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

T_{tri}: –	T_{mesure}: 180 jours	$T_{événement}$: immédiatement

40.4. Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u : Valeur de mesure en Bq/l

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1}

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

Intervalle de surveillance = 180 jours

t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0,20\times10^{-2}$
2	$0,99\times10^{-2}$
3	$1,50\times10^{-2}$
4	$2,11\times10^{-2}$
5	$2,93\times10^{-2}$
6	$4,03\times10^{-2}$
7	$5,42\times10^{-2}$
15	$17,6\times10^{-2}$
30	$32,6\times10^{-2}$
60	$48,8\times10^{-2}$
90	$68,8\times10^{-2}$
180	151×10^{-2}
270	275×10^{-2}

40.5. Correction pour une incorporation antérieure

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

41. Th-232

41.1. 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 $f_1 = 2\times10^{-4}$). 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.

41.2. 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/m^3 (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.

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

T_{tri}: –	T_{mesure}: 360 jours	$t_{événement}$: immédiatement

41.4. 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 du corps entier

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)

M_S: Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)

M: Valeur de mesure en Bq (mesure du corps entier)

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

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.

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.

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]
1	1,3	$0{,}011\times10^{-2}$	$0{,}24\times10^{-4}$
2	5,1	$0{,}0075\times10^{-2}$	$0{,}48\times10^{-4}$
3	8,8	$0{,}014\times10^{-2}$	$0{,}86\times10^{-4}$
4	11	$0{,}034\times10^{-2}$	$1{,}3\times10^{-4}$
5	12	$0{,}086\times10^{-2}$	$1{,}6\times10^{-4}$
6	13	$0{,}21\times10^{-2}$	$1{,}8\times10^{-4}$
7	15	$0{,}48\times10^{-2}$	$1{,}9\times10^{-4}$
15	22	$2{,}4\times10^{-2}$	$2{,}1\times10^{-4}$
30	28	$3{,}4\times10^{-2}$	$2{,}4\times10^{-4}$
45	34	$4{,}8\times10^{-2}$	$2{,}6\times10^{-4}$
90	44	11×10^{-2}	$3{,}1\times10^{-4}$
180	53	32×10^{-2}	$3{,}6\times10^{-4}$

42. U-235

42.1. 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 $f_1 = 2\times10^{-3}$). 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 UF_6, il faut aussi faire attention à la toxicité chimique.

42.2. 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/m^3 (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.

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

T_{tri}: –	T_{mesure}: 90 jours	$t_{événement}$: immédiatement

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

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$
$E_{50} = M_s \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)

M_s: Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1} ou dans les selles en j^{-1}

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

t [jour]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Selles $e_{inh}/m(t)$ [Sv·j/Bq]
1	0,012	$0{,}055\times10^{-3}$
2	0,19	$0{,}038\times10^{-3}$
3	0,33	$0{,}073\times10^{-3}$
4	0,36	$0{,}17\times10^{-3}$
5	0,39	$0{,}44\times10^{-3}$
6	0,43	$1{,}1\times10^{-3}$
7	0,45	$2{,}4\times10^{-3}$
15	0,71	12×10^{-3}
30	1,1	17×10^{-3}
45	1,4	24×10^{-3}
90	2,0	55×10^{-3}
180	2,6	165×10^{-3}

43. U-238

43.1. 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 UF_6, il faut aussi faire attention à la toxicité chimique.

43.2. 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/m^3 (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.

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

T_{tri}: –	T_{mesure}: 90 jours	$t_{événement}$: immédiatement

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

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$
$E_{50} = M_s \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)

$M_{s:}$ Valeur de mesure en Bq/j(mesure des selles)

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1} ou dans les selles en j^{-1}

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

t [jour]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Selles $e_{inh}/m(t)$ [Sv·j/Bq]
1	0,011	$0{,}052\times10^{-3}$
2	0,18	$0{,}036\times10^{-3}$
3	0,31	$0{,}068\times10^{-3}$
4	0,33	$0{,}16\times10^{-3}$
5	0,36	$0{,}41\times10^{-3}$
6	0,40	$1{,}0\times10^{-3}$
7	0,42	$2{,}3\times10^{-3}$
15	0,67	12×10^{-3}
30	1,0	16×10^{-3}
45	1,3	23×10^{-3}
90	1,9	52×10^{-3}
180	2,4	154×10^{-3}

44. Np-237

44.1. 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.

44.2. 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/m^3 (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.

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

T_{tri}: –	T_{mesure}: 90 jours	$t_{événement}$: immédiatement

44.4. 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

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)

M_s: Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)

M: Valeur de mesure en Bq (mesure des poumons)

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

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

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

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	$3{,}4\times10^{-3}$	$0{,}014\times10^{-2}$	$2{,}6\times10^{-4}$
2	$1{,}6\times10^{-2}$	$0{,}010\times10^{-2}$	$2{,}7\times10^{-4}$
3	$3{,}0\times10^{-2}$	$0{,}019\times10^{-2}$	$2{,}7\times10^{-4}$
4	$4{,}4\times10^{-2}$	$0{,}045\times10^{-2}$	$2{,}8\times10^{-4}$
5	$6{,}2\times10^{-2}$	$0{,}12\times10^{-2}$	$2{,}8\times10^{-4}$
6	$8{,}1\times10^{-2}$	$0{,}28\times10^{-2}$	$2{,}8\times10^{-4}$
7	0,11	$0{,}65\times10^{-2}$	$2{,}9\times10^{-4}$
15	0,21	$3{,}6\times10^{-2}$	$3{,}3\times10^{-4}$
30	0,27	$5{,}4\times10^{-2}$	$3{,}9\times10^{-4}$
45	0,32	$7{,}9\times10^{-2}$	$4{,}5\times10^{-4}$
90	0,48	0,23	$6{,}8\times10^{-4}$
180	0,78	1,0	13×10^{-4}

45. Pu-239

45.1. 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.

45.2. 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/m^3 (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.

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

T_{tri}: –	T_{mesure}: 360 jours	$t_{événement}$: immédiatement

45.4. 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}: Dose engagée durant 50 ans en Sv

C_u: Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)

M_s: Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)

e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq

m(t): Fraction d'excrétion dans l'urine journalière (=1,4 l) en l^{-1} ou dans les selles en j^{-1}

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

t [jour]	Urine $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Selles $e_{inh}/m(t)$ [Sv·j/Bq]
1	5,1	$0{,}0075\times10^{-2}$
2	8,3	$0{,}0052\times10^{-2}$
3	14	$0{,}0099\times10^{-2}$
4	20	$0{,}024\times10^{-2}$
5	26	$0{,}059\times10^{-2}$
6	31	$0{,}15\times10^{-2}$
7	37	$0{,}33\times10^{-2}$
15	61	$1{,}7\times10^{-2}$
30	68	$2{,}4\times10^{-2}$
45	68	$3{,}3\times10^{-2}$
90	73	$7{,}5\times10^{-2}$
180	73	22×10^{-2}

46. Am-241

46.1. 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 $f_1 = 5\times10^{-4}$). 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.

46.2. 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/m^3 (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.

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

T_{tri}: –	T_{mesure}: 90 jours	$t_{événement}$: immédiatement

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

Chaque résultat positif est à analyser individuellement.

E_{50} = C_u·{e_{inh}/m(t)} lors de la mesure d'urine
E_{50} = M_s·{e_{inh}/m(t)} lors de la mesure des selles
E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)} lors de la mesure des poumons

E_{50}: Dose engagée durant 50 ans en Sv
C_u: Valeur de mesure en Bq/l (mesure d'urine)
M_s: Valeur de mesure en Bq/j (mesure des selles)
M: Valeur de mesure en Bq (mesure des poumons)
e_{inh}: Facteur de dose en Sv/Bq
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
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

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	$0,025\times10^{-2}$	$4,7\times10^{-4}$
2	0,16	$0,018\times10^{-2}$	$4,8\times10^{-4}$
3	0,29	$0,034\times10^{-2}$	$4,9\times10^{-4}$
4	0,42	$0,082\times10^{-2}$	$5,0\times10^{-4}$
5	0,53	$0,21\times10^{-2}$	$5,1\times10^{-4}$
6	0,60	$0,51\times10^{-2}$	$5,1\times10^{-4}$
7	0,65	$1,2\times10^{-2}$	$5,2\times10^{-4}$
15	0,97	$6,4\times10^{-2}$	$5,9\times10^{-4}$
30	1,5	$9,6\times10^{-2}$	$7,1\times10^{-4}$
45	1,8	14×10^{-2}	$8,2\times10^{-4}$
90	2,4	41×10^{-2}	12×10^{-4}
180	3,4	159×10^{-2}	23×10^{-4}

C 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 sub- stance 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 efficace 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, ICRP 119
	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.

Ordonnance sur les émoluments perçus dans le domaine de la radioprotection (OE-RaP)

du... Projet pour l'audition

Le Conseil fédéral suisse,

vu l'art. 42 de la loi fédérale du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP)[1],

arrête:

Art. 1 Objet

La présente ordonnance régit les émoluments requis pour les mesures, les prestations de services et les décisions de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), des organes mandatés par ses soins et de l'Institut Paul Scherrer (IPS) dans le domaine de la radioprotection.

Art. 2 Applicabilité de l'ordonnance générale sur les émoluments

Les dispositions de l'ordonnance générale du 8 septembre 2004 sur les émoluments (OGEmol)[2] sont applicables pour autant que la présente ordonnance ne prévoie pas de réglementation particulière.

Art. 3 Régime des émoluments

Quiconque sollicite une mesure, une prestation de services ou une décision au sens de l'art. 1 est tenu d'acquitter un émolument.

Art. 4 Exemption d'émoluments

Les autorités et les entreprises de la Confédération sont exonérées de tout émolument lorsqu'elles sollicitent la prestation de services pour elles-mêmes. Font exception les services chargés de l'élimination des déchets radioactifs.

Art. 5 Renonciation à la perception d'émoluments

[1] Dans des cas justifiés, il n'est pas nécessaire de percevoir des émoluments, en particulier:

a. pour l'élimination de sources radioactives lors de la production desquelles la LRaP n'était pas encore applicable ou dont l'identification du propriétaire n'est pas ou plus possible;

RS **814.56**

1 RS **814.50**

2 RS **172.041.1**

b. pour des prestations de services qui doivent être fournies en cas d'événement en vue d'assurer la sécurité de la population et lorsqu'aucun responsable ne peut être identifié.

2 Si le propriétaire ou le responsable visé à l'al. 1, let. a et b est identifié par la suite, l'OFSP peut facturer après coup l'émolument correspondant.

Art. 6 Calcul des émoluments

1 Les émoluments sont calculés selon les taux fixés dans l'annexe.

2 Les émoluments sont calculés en fonction du temps consacré pour les mesures, prestations de services ou décisions qui ne sont pas mentionnées dans l'annexe ou celles pour lesquelles cette modalité y est fixée. Le tarif horaire se situe, suivant les connaissances techniques nécessaires et le niveau de fonction du personnel en charge, entre 100 et 200 francs. Les temps de déplacement et d'attente sont comptés comme temps de travail.

Art. 7 Supplément d'émolument

L'OFSP, les organes qu'il a mandatés et l'IPS peuvent exiger un supplément pouvant atteindre 50 % de l'émolument de base si, sur demande, la prestation de services a été effectuée d'urgence, en dehors de l'horaire normal de travail ou a demandé une charge administrative extraordinaire.

Art. 8 Débours

Sont réputés débours, outre les frais prévus à l'art. 6 OGEmol[3], les frais supplémentaires afférents à une prestation de services donnée, à savoir les honoraires selon les art. 8*l* à 8*t* de l'ordonnance du 25 novembre 1998 sur l'organisation du gouvernement et de l'administration[4].

Art. 9 Facturation; décision fixant les émoluments

1 Si l'OFSP confie une tâche à un autre organe, il peut habiliter ce dernier à facturer lui-même les émoluments.

2 En cas de litige concernant la facture, l'OFSP rend une décision fixant les émoluments.

Art. 10 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 5 juillet 2006 sur les émoluments dans le domaine de la radioprotection[5] est abrogée.

3 RS **172.041.1**
4 RS **172.010.1**
5 RO **2006** 2949, **2013** 3407

Art. 11 Disposition transitoire

Les prescriptions de la présente ordonnance s'appliquent aux mesures, aux prestations de services et aux décisions encore en cours ou pas encore exécutoires lors de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

Art. 12 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le …

… Au nom du Conseil fédéral suisse:

La présidente de la Confédération, Simonetta Sommaruga
La chancelière de la Confédération, Corina Casanova

Annexe
(art. 6, al. 1)

Forfaits

A. Autorisations concernant l'utilisation des rayonnements ionisants (art. 21 ORaP)

		francs
I.	**Applications médicales**	
1.	Installations dans les hôpitaux de district / régionaux, hôpitaux cantonaux, instituts privés, hôpitaux universitaires, cabinets et cliniques dentaires	
1.1	Petite installation de radiographie dentaire jusqu'à 70 kV	400
1.2	Orthopantomographe / appareil de radiographie panoramique, orthopantomographe avec radiographie à distance, tomographe volumique numérisé	650
2.	Installations dans les cabinets médicaux et en chiropraxie	
2.1	Installation de radiographie	650
2.2	Installation de radiographie et de radioscopie	700
3	Installations dans les hôpitaux de districts / régionaux, hôpitaux cantonaux, instituts privés, hôpitaux universitaires,	
3.1	Installation de radiographie	950
3.2	Installation de radiographie et de radioscopie	1000
3.3	Mammographe	950
3.4	Simulateur	1000
3.5	Installation radiologique pour la thérapie de surface	950
3.6	Installation radiologique pour la thérapie en profondeur	1600
3.7	Installation pour les applications à doses élevées en cardiologie et en radiologie interventionnelle	1150
3.8	Tomodensitomètre	1600
3.9	Appareil « afterloading », unité d'irradiation	2000
3.10	Accélérateur linéaire	2600
4.	Médecine nucléaire	
4.1	Diagnostic, secteur de travail de type C	1400
4.2	Thérapie, secteur de travail de type B /C	2600
4.3	Equipement TEP-CT	2000
4.4	Equipement SPECT-CT	1750
4.5	Chambres pour patients	1400

		francs
5.	Installations de médecine vétérinaire, de médecine légale et celles utilisées pour la recherche et la formation	
5.1	Petite installation de radiographie dentaire jusqu'à 70 kV	400
5.2	Installation de radiographie	650
5.3	Installation de radiographie et de radioscopie	700
5.4	Tomodensitomètre	1150
5.5	Accélérateur linéaire	2600
6	Installation de densitométrie osseuse	500
II.	**Applications non médicales**	
1.	Installation radiologique à usage non médical	
1.1	avec un dispositif de protection totale	500
1.2	sans dispositif de protection totale	800
2.	Accélérateur non médical	1400
3	Installation de contrôle des eaux usées	1400
4.	Commerce, location, assurance de la qualité	
4.1	*Exclusivement* le commerce (achat, remise), la location d'installations ou *exclusivement* l'exécution de mesures d'assurance de qualité sur les installations, sur les appareillages de mesure et d'examen en médecine nucléaire ou sur les systèmes complémentaires en radiodiagnostic en vertu de l'art. 21, al. 1, let. c, ORaP.	2100
4.2	Commerce (achat, remise), équipement, test de réception, entretien, examen de l'état, suivi, expériences, démonstrations, présentation, remise d'installations à des fins diagnostiques dans le domaine des faibles doses et des doses modérées au sens de l'art. 37, let. a et b, ORaP, *y compris* l'exécution de mesures d'assurance de qualité sur les installations, sur les appareillages de mesure et d'examen en médecine nucléaire ou sur les systèmes complémentaires en radiodiagnostic en vertu de l'art. 21, al. 1, let. c, ORaP.	3900
4.3	Commerce (achat, remise), équipement, test de réception, entretien, examen de l'état, suivi, expériences, démonstrations, présentation, remise d'installations à des fins diagnostiques/thérapeutiques dans le domaine des doses élevées au sens de l'art. 37, let. c, ORaP, *y compris* l'exécution de mesures d'assurance de qualité sur les installations, sur les appareillages de mesure et d'examen en médecine nucléaire ou sur les systèmes complémentaires en radiodiagnostic en vertu de l'art. 21, al. 1, let. c, ORaP.	5100

		francs
5.	Commerce de sources radioactives	550
6.	Ecoles	
6.1	Utilisation de sources ou d'installations	650
7.	Utilisation de sources scellées	
7.1	jusqu'à 10 sources	650
7.2	plus de 10 sources	1150
8	Utilisation de sources de haute activité	
8.1	jusqu'à 3 sources	800
8.2	plus de 3 sources	1400
9.	Utilisation de sources radioactives non scellées	
9.1.	Utilisation simple dans le secteur contrôlé	650
9.2	Secteur de travail de type C	1100
9.3	Secteur de travail de type B	1400
10.	Autorisation de transport	800
11	Octroi d'une autorisation pour les entreprises actives dans le domaine de surveillance de la Suva	200

B. Reconnaissance des formations et des formations continues (art. 17 ORaP)

		francs
1.	Reconnaissance de cours et de formations en radioprotection	1000
2.	Reconnaissance de cours et de formations continues en radioprotection	500

C. Agrément des services de dosimétrie individuelle (art. 80 ORaP)

		francs
1.	Agrément par l'OFSP d'un service de dosimétrie individuelle dans le domaine de surveillance de l'OFSP ou de la Suva	1200
2.	Agrément par l'OFSP d'un service accrédité de dosimétrie individuelle dans le domaine de surveillance de l'OFSP ou de la	500

		francs
	Suva	

D. Agrément des services de mesure du radon (Art. 168 ORaP)

		francs
	Agrément d'un service de mesure du radon	500

E. Emoluments uniques en lien avec les autorisations et les reconnaissances

		francs
1.	Octroi d'une autorisation provisoire pour le remplacement urgent d'une installation existante	100
2.	Autorisation séparée d'importation / exportation de sources scellées de haute activité	350
3.	Reconnaissance individuelle d'une formation en radioprotection (art. 15 ORaP)	250

F. Mesures (art. 27, al. 3 ORaP)

1.	Mesure gamma	300
2.	Mesure par scintillation liquide	200

G. Conditionnement, stockage temporaire et dépôt en couches géologiques profondes de déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison (art. 132 et 133 ORaP)

		francs
1.	Conditionnement et stockage temporaire	
1.1	Déchets conditionnés par m^3	17500
1.2	Déchets non conditionnés	
	(volume de déchets effectif)	
	a. sources radioactives scellées	
	émetteur β/γ	

		francs
	par source Q2 : 10^{-4} A_2[6]<Q2≤10^{-3} A_2	3875
	par source Q3 : 10^{-3} A_2<Q3≤10^{-1} A_2	5766
	par source Q4 : 10^{-1} A_2<Q4	en fonction du temps consacré
	émetteur α	
	par source QA2 : 10^{-3} A_2<QA2≤10^{-1} A_2	3875
	par source QA3 :10^{-1} A_2<QA3	en fonction du temps consacré
	b. autres déchets non conditionnés par m^3	90000
1.3	Minimum pour de petites quantités	100
2.	Dépôt en couches géologiques profondes	
2.1	Déchets conditionnés par m^3	24000
2.2	Déchets non conditionnés	
	a. sources radioactives scellées	
	émetteur β/γ	
	par source Q2 : 10^{-4} A_2<Q2≤10^{-3} A_2	800
	par source Q3 : 10^{-3} A_2<Q3≤10^{-1} A_2	3500
	par source Q4 : 10^{-1} A_2<Q4	en fonction du temps consacré
	émetteur α	
	par source QA2 : 10^{-3} A_2<QA2≤10^{-1} A_2	800
	par source QA3 : 10^{-1} A_2<QA3	en fonction du temps consacré

6 Les valeurs A_2 figurent dans l'accord européen du 30 septembre 1957 relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR).

	francs
b. autres déchets non conditionnés par m^3	24000

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de la santé publique
Unité de direction Protection des consommateurs

Document de base concernant la révision des ordonnances sur la radioprotection

Version pour l'audition, octobre 2015

1 Contexte

1.1 Législation suisse sur la radioprotection

La législation suisse sur la radioprotection se base sur l'art. 118, al. 2, let. c, de la Constitution fédérale[1], qui délègue à la Confédération la compétence d'émettre des prescriptions concernant le rayonnement ionisant. Elle comprend tous les aspects pertinents concernant le rayonnement (formation, autorisation, surveillance, dosimétrie, déchets, environnement, recherche, situations d'urgence, etc.) et s'appuie, pour tous les domaines (médecine, recherche, industrie, installations nucléaires), sur un ensemble unifié de règles. Le rayonnement non ionisant n'est pas réglementé dans le cadre de la législation sur la radioprotection.
Les actes les plus importants sont la loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP)[2] et l'ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection (ORaP)[3]. Se fondant sur celles-ci, d'autres ordonnances réglementent les aspects plus techniques.

1.2 Directives internationales

La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) suit la recherche sur les effets sanitaires du rayonnement ionisant et émet, sur cette base, des recommandations concernant la radioprotection. Celles-ci sont reconnues sur le plan international et constituent la base des législations nationales.
Actuellement, la législation suisse sur la radioprotection se base sur les recommandations de la CIPR de 1990 (CIPR 60). En 2007, une nouvelle version des recommandations (CIPR 103) a été publiée. Elles remplacent celles de 1990 et tiennent compte des nouvelles connaissances scientifiques.
L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a publié en 2014 des directives internationales (*International Basic Safety Standards* – IAEA BSS) basées sur les recommandations de la CIPR (CIPR 103). Ces directives doivent servir de modèle pour les législations nationales, ce qui ne constitue toutefois pas pour les Etats membres, comme la Suisse, une obligation de reprise.
Partant également des recommandations de la CIPR et en étroite collaboration avec l'AIEA, la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) a élaboré dans le cadre d'une directive des normes de base sur la radioprotection[4].
Ces dernières ont été publiées le 17 janvier 2014 dans le Journal officiel de l'Union Européenne. Les Etats membres ont jusqu'au 6 février 2018 pour transposer cette directive dans leur législation nationale. Plusieurs dispositions, concernant notamment les limites de dose et les limites de libération, ont un caractère obligatoire et doivent être mises en application à la lettre. Dans d'autres secteurs, tels que le radon, la liberté des Etats membres est plus grande et ils ont la possibilité de prendre en compte le

[1] RS **101**
[2] RS **814.50**
[3] RS **814.501**
[4] Directive 2013/59/Euratom

contexte national.

1.3 Principes sous-tendant la révision

L'art. 9 LRaP établit que des mesures visant à limiter l'exposition au rayonnement ionisant, conformes à l'état de la science et de la technique, doivent être prises. La législation suisse sur la radioprotection est donc révisée conformément aux recommandations internationales. Dans ce cadre, la proposition de transposition des normes de base Euratom est prise en considération en priorité, notamment dans les domaines où les échanges avec les pays voisins sont primordiaux. Il sera toutefois aussi tenu compte du contexte national, et les éléments qui se sont avérés efficaces seront conservés.
Le niveau élevé de la radioprotection sera maintenu. Toutefois, un système gradué en fonction du risque sera, dans la mesure du possible, mis en place.

2 Révision

2.1 Loi

Les principes de la radioprotection, à savoir la justification, l'optimisation et la limitation des doses, sont définis dans la LRaP. Ces principes n'ont pas été modifiés ; en conséquence, la LRaP ne fait, à ce jour, l'objet d'aucune révision.

2.2 Ordonnances

2.2.1 Ordonnances du Conseil fédéral

1. RS 814.501 : ordonnance sur la radioprotection (**ORaP**)
2. RS 814.56 : ordonnance sur les émoluments perçus dans le domaine de la radioprotection (**OE-RaP**)

2.2.2 Ordonnances du DFI

3. RS 814.501.43 : ordonnance du DFI sur la dosimétrie individuelle et sur la dosimétrie de l'environnement (**ordonnance sur la dosimétrie**)
   nom actuel : ordonnance sur la dosimétrie individuelle (ordonnance sur la dosimétrie)
4. RS 814.501.261 : ordonnance du DFI sur les formations, les formations continues et les activités autorisées en matière de radioprotection (**ordonnance sur la formation en radioprotection**)
   nom actuel : ordonnance sur les formations et les activités autorisées en matière de radioprotection (ordonnance sur les formations en radioprotection)
5. RS 814.501.51 : ordonnance du DFI concernant la radioprotection applicable aux installations non médicales de production de radiations ionisantes (**ORIn**)
   nom actuel : ordonnance concernant la radioprotection applicable aux installations non médicales de production de radiations ionisantes (ordonnance sur la radioprotection dans l'utilisation d'installations)
6. RS 814.501.512 : ordonnance du DFI sur l'utilisation de sources radioactives scellées en médecine (**OSM**)
   nom actuel: ordonnance sur l'utilisation de sources radioactives scellées en médecine (OSRM)
7. RS 814.501.513 : ordonnance du DFI sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs de particules utilisés à des fins médicales (**ordonnance sur les accélérateurs ; OrAc**)
   nom actuel : ordonnance du DFI sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs d'électrons utilisés à des fins médicales (ordonnance sur les accélérateurs ; OrAc)
8. RS 814.542.1 : ordonnance du DFI concernant la radioprotection applicable aux systèmes radiologiques à usage médical (**ordonnance sur les rayons X** ; **OrX**)
   nom actuel : ordonnance sur les installations radiologiques à usage médical (ordonnance sur les rayons X)
9. RS 814.554 : ordonnance du DFI sur l'utilisation des sources radioactives (**OUSR**)

nom actuel : ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées

10. RS 814.557 : ordonnance du DFI sur les déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison

3 Innovations

3.1 Ordonnance sur la radioprotection

Les directives internationales ont développé l'ancienne approche de radioprotection basée sur les activités et les interventions et se basent actuellement sur les différentes situations d'exposition dans lesquelles les personnes peuvent se trouver : situations d'exposition planifiée, situations d'exposition existantes et situations d'exposition d'urgence. Ceci permet d'envisager des niveaux de protection et des mesures adéquats et proportionnés aux diverses situations d'exposition et de les mettre en pratique de façon systématique. Cette philosophie a été reprise dans l'ORaP.
Une bonne formation des responsables est très importante dans tous les domaines de la radioprotection. Afin que les compétences acquises lors de la formation soient conservées et actualisées, une ***formation continue obligatoire*** est désormais prévue.

3.1.1 Situations d'exposition planifiée

La plupart des situations d'exposition sont planifiées. Il s'agit d'***expositions professionnelles*** lorsque l'on utilise au poste de travail des matières radioactives ou des installations qui produisent des radiations ionisantes. Il s'agit aussi de l'***exposition de la population***, par exemple lors de l'exploitation d'une installation ou lors de l'élimination de déchets radioactifs. L'***exposition de patients*** dans le cadre d'actes médicaux en fait également partie. Pour ces activités, une autorisation est obligatoire et une surveillance est assurée par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) ou la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accident (Suva).
Les procédures et les moyens engagés dans le cadre des autorisations et de la surveillance sont basés sur un système gradué en fonction du risque. Lorsque celui-ci est faible, la procédure d'autorisation est simplifiée et l'activité de surveillance fortement réduite.
En vue de restreindre l'exposition aux radiations ionisantes, des limites de dose sont définies, applicables à la population et aux professionnels. Pour les expositions médicales, aucune limite n'est fixée, car dans ce cas l'avantage individuel pour le patient doit être comparé au risque radiologique associé à l'examen ou au traitement.

a) Exposition professionnelle

Selon le nouveau droit, les sources naturelles de radiations sont mieux prises en compte dans le cadre de l'exposition professionnelle. Ceci concerne les postes de travail fortement exposés au ***radon*** et les industries qui travaillent avec des ***matières radioactives naturelles***. Ces entreprises seront soumises à autorisation et devront surveiller au niveau individuel l'exposition de leur personnel.
Le ***personnel navigant*** est aussi considéré comme professionnellement exposé aux radiations ionisantes, et la dose de ces personnes doit être déterminée individuellement. Ceci est déjà le cas en Europe et est aussi réalisé en Suisse par la plupart des compagnies aériennes. Le personnel navigant constitue un grand groupe de personnes exposées recevant une dose relativement élevée. L'autorité de surveillance compétente est l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC).
Les valeurs limites de dose restent globalement les mêmes. Toutefois, celle concernant l'exposition du ***cristallin*** a été fortement réduite sur la base de nouvelles connaissances scientifiques. Les personnes professionnellement exposées aux radiations seront ainsi mieux protégées contre le risque de cataracte.

b) Exposition de la population

Afin de limiter l'exposition de la population, la quantité de radioactivité qui peut être rejetée dans les eaux et dans l'air est contrôlée par le biais de ***limites d'immission***. De plus, des seuils d'investigation seront mis en place pour garantir une surveillance de l'environnement et engager des mesures d'opti-

misation si nécessaire. Les exigences fixées dans la directive européenne sur les substances radioactives dans les eaux destinées à la consommation humaine[5] seront reprises dans une large mesure pour les radionucléides naturels alors que des exigences plus strictes sont prévues pour les radionucléides artificiels. Les ***limites de libération*** définissent l'activité en dessous de laquelle une substance radioactive peut être éliminée comme si elle n'était pas radioactive. Les limites d'exemption de l'actuelle ORaP changent de nom et sont adaptées aux directives internationales. Cette adaptation est importante pour éviter que ces substances ou déchets posent des problèmes lors du transport transfrontalier de marchandises. Cela implique, en fonction du nucléide, un ajustement vers le haut ou vers le bas. Cette adaptation a aussi une influence sur la quantité future des déchets radioactifs (voir le chap. 4.1.5).
Lorsque des sources radioactives se retrouvent accidentellement dans les déchets, la radioactivité peut se répandre dans l'environnement ou peut conduire à la production de métaux contaminés lors de leur recyclage. En conséquence, les usines d'incinération des ordures ménagères et les entreprises qui traitent les métaux doivent contrôler à l'aide de méthodes adéquates la présence de telles ***sources radioactives orphelines***. Afin que l'importation ou l'exportation involontaire ou illégale de telles sources puissent être surveillées, l'OFSP organisera à l'avenir, en collaboration avec la Direction générale des douanes, des contrôles ciblés des marchandises importées, exportées ou en transit.

c) Exposition des patients

Lors de l'exposition des patients, la mise en œuvre des principes d'optimisation et de justification est d'autant plus importante qu'aucune limite de dose n'est est applicable. Un système d'optimisation existe aujourd'hui déjà. Toutefois, les éléments justifiant que l'utilisation du rayonnement ionisant est indiquée ne font l'objet d'aucun contrôle. La base légale pour l'exécution d'***audits cliniques***, comme ceci est déjà l'usage à l'étranger, est établie dans la future ORaP. Au cours de ces audits, la justification des applications médicales en radiologie, en radio-oncologie et en médecine nucléaire sera contrôlée par des pairs (peer reviews). En outre, des ***lignes directices de prescription*** (referral guidelines) seront élaborées pour les médecins qui prescrivent des actes médicaux impliquant des rayonnements ionisants. Elles seront préparées par un groupe d'experts de la Commission fédérale de radioprotection (CPR) et publiées par l'OFSP.

3.1.2 Situations d'exposition d'urgence

Si, lors d'un accident ou d'un attentat, la population est ou peut être exposée à une dose supérieure à la valeur limite, on parle d'une situation d'exposition d'urgence. Celle-ci exige de prendre des mesures immédiates. Le respect des limites de dose étant non judicieux dans une telle situation, des niveaux de référence sont introduits, conformément aux recommandations internationales, pour protéger la ***population*** et les ***personnes professionnellement exposées*** en cas d'accident. Les niveaux de référence sont plus élevés que les valeurs limites de dose. De cette manière, la nouvelle ORaP établit les conditions-cadre pour les mesures de protection sanitaire en cas d'urgence et réglemente les compétences dans le cadre de la préparation de ces mesures. Les dispositions visant les mesures d'urgence en cas d'accident sont régies dans l'ordonnance sur les interventions ABCN[6] et dans l'ordonnance sur la protection d'urgence[7].

3.1.3 Situations d'exposition existantes

Ceci concerne les situations qui existent déjà lorsqu'une décision doit être prise quant à leur contrôle. Aucune mesure d'urgence n'est nécessaire. Dans ce cas aussi, des niveaux de référence plutôt que des limites de dose s'appliquent. Les niveaux de référence peuvent se situer au-dessus des valeurs limites de dose. Leur détermination ainsi que les mesures à prendre se basent essentiellement sur le principe de proportionnalité.
Se fondant sur des études épidémiologiques, les directives internationales et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommandent d'abaisser le niveau de référence du ***radon*** dans les locaux d'habitation et de séjour. Ces recommandations seront transposées dans l'ORaP. Un niveau de référence de

[5] Directive 2013/51/Euratom
[6] RS **520.17**
[7] RS **732.33**

300 Bq/m^3 remplacera l'actuelle valeur limite de 1000 Bq/m^3. Cette nouvelle valeur s'appliquera avant tout, pour des raisons de proportionnalité, aux nouveaux bâtiments ainsi qu'aux bâtiments existants faisant l'objet d'une rénovation.
De nouvelles dispositions seront introduites concernant les ***héritages radiologiques*** provenant d'activités antérieures. Les contaminations au radium produites dans les années soixante lors des travaux à domicile dans l'industrie horlogère en sont un exemple récent.

3.2 Ordonnance sur les émoluments perçus dans le domaine de la radioprotection

Les tarifs des émoluments, qui pour la plupart sont restés inchangés depuis 1999, ont été recalculés en détail pour tous les types d'autorisation. Le but de cette démarche était d'assurer la couverture la plus complète possible des coûts à la charge des autorités. Les augmentations nécessaires des émoluments concernent ainsi toutes les entreprises qui utilisent des rayonnements ionisants. Elles sont supportables et équitables, car elles prennent en compte la charge pour les autorités, le risque associé à l'utilisation en question ainsi que l'adaptation au niveau actuel des prix. Les entreprises les plus touchées sont les grands établissements médicaux tels que les hôpitaux, les instituts de radiologie et les installations de recherche. Les émoluments augmentent en moyenne de 20 %. Les plus importantes augmentations, selon les nouveaux calculs, sont celles des émoluments touchant le conditionnement, l'entreposage et l'élimination des déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison.
Les tarifs nouvellement calculés comprennent toutes les charges liées au travail des autorités pour l'établissement et l'adaptation des autorisations ainsi que pour la surveillance (émolument « tout en un »). Cette modification de la pratique apporte une décharge administrative pour les autorités et également pour les titulaires d'autorisations. En effet, l'émolument n'est perçu qu'une fois pour toute la durée de validité de l'autorisation (10 ans).

3.3 Ordonnance sur la dosimétrie

Les modifications les plus importantes de cette ordonnance sont des concrétisations de nouveautés introduites dans l'ORaP. Les expériences tirées de l'activité de surveillance, telle qu'une réglementation plus détaillée sur l'exigence du port d'un dosimètre supplémentaire, sont également prises en compte. La dosimétrie passive de l'environnement, qui constituait une lacune de la législation, sera aussi réglementée.
Aux termes de l'ORaP, les doses individuelles du personnel navigant et des personnes occupant des postes de travail exposés au radon doivent être déterminées. Ainsi, l'ordonnance réglemente la manière de les mesurer.
La limite de dose applicable au cristallin ayant été fortement réduite dans l'ORaP, son respect devra être contrôlé par une dosimétrie appropriée. Une méthode simple et pratique est établie.
En vue du démantèlement des centrales nucléaires, les fiches spécifiques décrivant la surveillance de l'incorporation ont été complétées par quatre radionucléides importants dans ce domaine.

3.4 Ordonnance sur la formation en radioprotection

Concernant la formation en radioprotection, les compétences à acquérir sont réglementées, comme le sont déjà les contenus de la formation. Une formation reconnue sera exigée pour certains membres d'organisations de protection de la population et de l'armée de même que pour des exploitants d'infrastructures critiques et pour d'autres personnes ou entreprises astreintes. Toutes les personnes utilisant des rayonnements ionisants devront suivre une formation continue en radioprotection. En outre, l'ordonnance prend en compte de nouveaux métiers.

3.5 Ordonnance concernant la radioprotection applicable aux installations non médicales de production de radiations ionisantes

L'ordonnance est adaptée à l'état de la technique et aux activités et installations actuelles. Outre les dispositions concernant les installations munies d'un dispositif de protection totale, celles qui sont munies d'un dispositif de protection partielle feront aussi l'objet de la réglementation. L'ordonnance est en

outre harmonisée avec les autres dispositions d'exécution, notamment avec l'OrX et l'OUSR.

3.6 Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives

Outre l'utilisation des sources radioactives non scellées, l'OUSR réglementera aussi l'utilisation des sources scellées à usage non médical, utilisation qui est, à l'heure actuelle, uniquement réglementée dans l'ORaP. Sur la base des recommandations de l'AIEA, des mesures visant à améliorer la sûreté des sources de haute activité sont établies. Les critères de sortie des patients après une thérapie en médecine nucléaire sont assouplis et adaptés aux recommandations européennes. Les mesures d'assurance de la qualité et l'étendue de l'engagement de physiciens médicaux en médecine nucléaire sont précisées.

3.7 Ordonnance sur l'utilisation de sources radioactives scellées en médecine

Deux nouvelles annexes réglementent les exigences concernant l'assurance de la qualité pour les sources radioactives scellées à usage médical et pour les unités d'irradiation de même que celles qui visent le contrôle des instruments de mesure. L'extension minimale de l'engagement de physiciens médicaux est également établie.

3.8 Ordonnance sur les accélérateurs

L'ordonnance ne réglementera pas seulement les accélérateurs d'électrons à usage médical, mais aussi les installations de thérapie aux protons. L'extension minimale de l'engagement de physiciens médicaux est établie. Les dispositions qui ne concernent pas des aspects spécifiques de radioprotection, notamment l'exigence du respect de l'ordonnance sur la protection de l'air ou les exigences architecturales visant à éviter l'écrasement de personnes, ont été supprimées.

3.9 Ordonnance sur les rayons X

Cette ordonnance réglementera la chaîne entière du système radiologique, c'est-à-dire de l'émetteur du rayonnement, en passant par le récepteur et le traitement d'image, jusqu'au dispositif de son visionnage par le médecin. L'engagement de physiciens médicaux conformément à l'ORaP est précisé pour le cas des systèmes radiologiques. Les exigences visant les installations techniques sont adaptées à l'état actuel de la technique. Les annexes concernant les exigences de contrôle de qualité des systèmes radiologiques de l'actuelle ordonnance sur les rayons X sont supprimées ; leur contenu sera publié par l'OFSP sous forme de guides. Ainsi, elles pourront être adaptées rapidement aux progrès constants dans le domaine de la technique radiologique.

3.10 Ordonnance sur les déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison

Dans le cas de cette ordonnance, seules quelques adaptations mineures de nature technique et quelques précisions ont été apportées.

4 Conséquences

4.1.1 Confédération

La nouvelle philosophie basée sur la « procédure graduée en fonction du risque » conduit à se focaliser, dans le système des autorisations et de la surveillance, sur les risques élevés. Les ressources à la disposition des autorités peuvent ainsi être engagées là où le potentiel de danger pour l'être humain (patients, travailleurs et population) et l'environnement est le plus élevé. Néanmoins le nombre d'entreprises soumises à autorisation augmentera; ceci concerne par exemple celles qui comportent des postes de travail exposés au radon ou celles où sont utilisées des matières radioactives naturelles (NORM). La surveillance de ces entreprises et leur dosimétrie impliqueront une charge supplémentaire. Comme le personnel navigant est considéré comme professionnellement exposé aux radiations, l'OFAC est désormais l'autorité de surveillance pour les articles de l'ORaP qui s'y rapportent.

La révision de l'ORaP va entraîner des tâches totalement nouvelles pour l'OFSP, tâches exigeant des ressources supplémentaires. Cela concerne l'introduction des audits cliniques en médecine, l'introduction de l'obligation de formation continue pour les experts de radioprotection et l'obligation de mesure pour les usines d'incinération des ordures ménagères et pour les entreprises de transformation des métaux de même que l'introduction des contrôles de douane, ceux-ci représentant une tâche supplémentaire également pour l'Administration fédérale des douanes.
Les recettes supplémentaires dues à l'adaptation des tarifs des émoluments seront de l'ordre de 150 000 à 200 000 francs par année.

4.1.2 Cantons

Les cantons sont actuellement chargés de la protection de la population contre le radon. La notion de régions à concentration accrue de radon est supprimée. Les cantons n'ont plus l'obligation d'effectuer des mesures, sauf dans les écoles et les jardins d'enfants. Ils veilleront à la prise en compte des mesures de protection contre le radon dans le cadre des procédures d'autorisation pour les nouveaux bâtiments et lors de transformations. Cette procédure est aujourd'hui déjà appliquée dans quelques cantons. La nouvelle pratique va entraîner un effort plus important de coordination entre les départements de la santé et de la construction au sein des cantons.

4.1.3 Titulaires d'une autorisation

Quelques modifications interviennent pour les titulaires d'une autorisation. Citons l'obligation de formation continue introduite pour les experts, l'adaptation des émoluments de même que quelques nouveautés organisationnelles (p. ex. la classification des zones contrôlées en secteurs surveillés ou contrôlés). Des délais transitoires sont prévus pour les nouveautés qui demandent un effort de mise en place un peu plus important.
Pour la moitié des autorisations valables actuellement (env. 11 000), l'introduction de la procédure d'autorisation simplifiée va conduire à une décharge administrative pour les titulaires. En effet, les activités soumises à autorisation pour lesquelles le risque pour l'être humain et l'environnement est faible sont évaluées par l'OFSP sur la base d'une procédure simplifiée. Ceci concerne par exemple les applications médicales dans le domaine des faibles doses (p. ex. les petites installations radiologiques dans les cabinets de médecine dentaire). Les titulaires de ces autorisations ne doivent pas fournir de plans de radioprotection ou des analyses de risque et peuvent déterminer les doses individuelles du personnel sur une base trimestrielle.
Quelques entreprises supplémentaires (env. 150) seront, suite à la révision, soumises à autorisation (exposition au radon, utilisation de NORM, recyclage d'héritages radiologiques, gestion de sources radioactives orphelines ou réalisation de mesures d'assurance de la qualité sur les systèmes de réception et de restitution d'images).

4.1.4 Hôpitaux et instituts de radiologie

On suppose, en Suisse, comme à l'étranger, qu'il existe un fort potentiel d'amélioration au niveau des examens et des traitements faisant appel au rayonnement ionisant, notamment dans le cadre de la justification de ces applications. Grâce à l'introduction d'***audits cliniques*** dans les hôpitaux et les instituts de radiologie, il est possible de réduire les examens et les traitements qui ne sont pas justifiés et d'optimiser les procédures et les ressources.
Un calcul plus précis pourra être effectué après la réalisation des audits pilotes qui sont planifiés pour 2015. Dans tous les scénarios calculés à ce jour, les économies potentielles dépassent nettement les coûts.
Dans quelques entreprises, il faudra faire davantage appel aux ***physiciens médicaux*** car leur nombre sera clairement réglementé en fonction de l'application envisagée.

4.1.5 Déchets provenant des centrales nucléaires, de la médecine, de l'industrie et de la recherche

La modification des limites de libération va impliquer dans certains domaines une réduction des déchets, dans d'autres une augmentation. Le groupe de travail de la Confédération pour la gestion des déchets

nucléaires (Agneb) a élaboré un rapport sur ce sujet, rapport dans lequel il indique les conséquences des nouvelles limites de libération sur la quantité des ***déchets liés*** à l'exploitation et ***au démantèlement*** des centrales nucléaires et des installations de recherche. La prise en compte de ces nouvelles limites va conduire approximativement à doubler la quantité des déchets. Ceci peut toutefois être en grande partie compensé par le recours systématique à l'entreposage pour décroissance pendant 30 années (entreposage visant à tirer profit des périodes relativement courtes de certains radionucléides), procédé qui n'a jusqu'à présent pas été pris en compte dans la planification dans le cas des centrales nucléaires. Les nouvelles limites de libération sont quasiment sans conséquence sur la quantité des déchets produits lors de l'exploitation.
Les nouvelles limites de libération n'ont pas non plus de conséquence sur la quantité des déchets d'exploitation produits par l'industrie et la recherche. En médecine, la quantité des déchets est faible, et les nouvelles limites de libération n'auront pas d'incidence.

4.1.6 Propriétaires

Si, lors d'une nouvelle construction, on aménage des locaux d'habitation en contact avec le sol ou des caves naturelles, il faut compter, pour une maison individuelle, avec un coût supplémentaire d'env. 2000 francs pour la ***protection contre le radon*** (ceci représente moins de 0,5 % des coûts globaux de construction). D'autre part, les mesures d'isolation contre l'humidité protègent également contre le radon. Le coût d'un assainissement approprié varie en règle générale entre 4000 et 8000 francs pour une maison individuelle. Ces coûts se réduisent drastiquement si cet assainissement est combiné avec d'autres travaux de rénovation sur l'enveloppe du bâtiment. Le nouveau niveau de référence offre plus de flexibilité que l'actuelle valeur limite, notamment pour l'assainissement. Sa valeur de 300 Bq/m^3 est dépassée dans env. 15 000 bâtiments en Suisse.

4.1.7 Entreprises utilisant des sources naturelles de rayonnement

Les entreprises dans lesquelles des travailleurs sont exposés à des sources naturelles de rayonnement seront soumises à autorisation et doivent assurer une dosimétrie individuelle de leur personnel.
Les domaines suivants sont concernés par les matières radioactives naturelles (***NORM***) : les installations de filtration des eaux souterraines, la production de gaz naturel, la production d'énergie géothermique, l'industrie du zircon et du zirconium, la fabrication de ciment et les activités de fonderie. On estime qu'il existe en Suisse environ 25 « entreprises NORM » qui seront concernées par la nouvelle réglementation.
Les postes de travail exposés au radon se trouvent surtout dans les mines, les grottes et les installations d'approvisionnement en eau. On estime qu'environ 25 entreprises disposent de tels postes de travail.
Les ***compagnies aériennes*** dont la flotte vole au-dessus de 8000 m devront aussi surveiller la dose individuelle de leur personnel. La plupart des compagnies d'aviation le font déjà aujourd'hui.

4.1.8 Entreprises gérant des sources radioactives orphelines

Les entreprises dans lesquelles il existe un fort danger que des sources radioactives orphelines puissent être détectées doivent disposer de méthodes adéquates de surveillance. A cet effet, des installations de mesure doivent être acquises et le personnel formé en conséquence. Cela concerne 30 à 50 entreprises de transformation des métaux et installations d'incinération des ordures ménagères. Beaucoup d'entre elles remplissent déjà aujourd'hui cette exigence sur une base volontaire vu les risques économiques qu'une dispersion de ces sources pourrait impliquer.

4.1.9 Entreprises qui exécutent des mesures d'assurance de la qualité

Les entreprises qui exécutent des mesures d'assurance de la qualité sur les systèmes de réception et de restitution d'images en médecine humaine et vétérinaire ainsi que sur les appareillages de mesure et d'examen en médecine nucléaire seront soumises à autorisation pour cette activité. Ceci concerne env. 30 entreprises.

Ordonnance du DFI sur l'utilisation de sources radioactives scellées en médecine (OSM)

du … Projet pour l'audition

Le Département fédéral de l'intérieur,

vu les art. 24, al. 3, 47, al. 2, 98, al. 4, 101, 103, al. 2, 111, al. 2, 114, al. 2 et 114 de l'ordonnance du … sur la radioprotection (ORaP)[1],

arrête:

Chapitre 1 : Dispositions générales

Art. 1 But, champ d'application, définitions

[1] La présente ordonnance a pour but d'assurer la protection contre les radiations ionisantes des patients et des personnes en charge des applications ainsi que des tiers lors de l'utilisation de sources radioactives scellées utilisées à des fins diagnostiques et thérapeutiques en médecine humaine et vétérinaire (sources médicales).

[2] Les prescriptions de l'ordonnance du 17 octobre 2011 sur les dispositifs médicaux (ODim)[2] sont applicables à la mise sur le marché des sources radioactives scellées.

[3] Les définitions figurant à l'art. 2 et à l'annexe de l'ORaP ainsi qu'à l'annexe 1 de la présente ordonnance sont applicables.

Art. 2 Construction, marquage et contrôle des sources médicales

[1] La construction, le marquage et le contrôle des sources médicales doivent être conformes aux prescriptions des articles 105 à 107 ORaP.

[2] Le fournisseur de sources médicales et d'unités médicales d'irradiation doit tenir à la disposition de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) la documentation relative à la radioprotection concernant la construction.

[3] Les unités d'irradiation doivent correspondre, du point de vue de la sécurité de même que des paramètres de fonctionnement et de performance, à l'état de la science et de la technique. A cet effet les normes nationales et internationales correspondantes, en particulier les normes de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et les normes européennes harmonisées, sont à prendre en compte.

RS **814.501.512**

1 RS **814.501**

2 RS **812.213**

Art. 3 Certificat des sources

Le fournisseur doit joindre à chaque source médicale un certificat du fabricant contenant au moins les informations suivantes:

a. classification ISO basée sur un essai de type;

b. radionucléide, forme physique et chimique, activité, genre et dimension de l'encapsulage, date de la fabrication et date de la mesure;

c. résultats des tests d'étanchéité et attestation de l'absence de contamination.

Art. 4 Dérogations

L' Office fédéral de la santé publique (OFSP) peut, au cas par cas et sur demande, autoriser une dérogation aux prescriptions de la présente ordonnance si:

a. l'expérience et l'état de la science et de la technique l'exigent pour une nouveauté technique ou une application particulière; et

b. des mesures adéquates garantissent que le risque radiologique reste inchangé.

Art. 5 Documentation de l'irradiation

[1] Lors de chaque irradiation d´un patient, tous les paramètres qui déterminent les doses doivent être enregistrés dans un protocole d'irradiation. Dans ce cadre, les doses provenant des procédés d'imagerie en vue de la planification des traitements, des contrôles de positionnement initiaux et périodiques ainsi que des suivis de la thérapie, sont aussi à enregistrer.

[2] Ce protocole peut être établi, enregistré et géré par des moyens électroniques de traitement des données dans la mesure où il est accessible et où un effacement involontaire des paramètres est exclu.

[3] Les données sont à conserver conformément aux directives applicables au dossier médical du patient, mais au moins durant 20 ans après le dernier traitement.

Art. 6 Engagement de physiciens médicaux

[1] Pour la mise en service, la planification des irradiations lors de l'utilisation ainsi que pour le contrôle régulier de la qualité et de la sécurité des sources médicales, il faut faire appel à un physicien médical visé à l'art. 19 ORaP.

[2] Pour chaque type d'application, il faut disposer d'une capacité de travail suffisante, mais au minimum de 0,2 poste équivalent plein temps.

[3] L'autorité de surveillance décrète au cas par cas l'engagement d'un nombre de physiciens médicaux supérieur à celui qui est exigé à l'al. 2 si l'expérience ou l'état de la science et de la technique de même que les autres principes de la radioprotection l'exigent.

[4] Elle peut au cas par cas admettre l'engagement de moins de physiciens médicaux que celui exigé à l'al. 2 si des mesures appropriées garantissent que le risque radiologique reste le même.

[5] Le titulaire de l'autorisation doit fixer par écrit les tâches et les compétences du physicien médical. La suppléance doit être assurée et fixée par écrit.

Chapitre 2 : Radioprotection liée à la construction et équipement

Art. 7 Valeurs directrices de la dose ambiante

[1] Dans les secteurs contigus aux locaux où sont exploitées ou entreposées des sources médicales, les doses ambiantes suivantes ne doivent être dépassées à aucun endroit:

a.	0,02 mSv pendant une semaine	aux endroits où les personnes non exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession peuvent séjourner de manière durable ou aux endroits où le séjour n'est pas sous le contrôle du titulaire de l'autorisation;
b.	0,1 mSv pendant une semaine	aux endroits accessibles seulement aux personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession ou qui ne sont pas prévus pour un séjour durable.

[2] Aux endroits où aucune personne ne peut séjourner durant l'exploitation des sources médicales, la dose ambiante n'est soumise à aucune limitation.

Art. 8 Calcul des blindages

[1] Les éléments architecturaux délimitant les locaux où sont exploitées ou entreposées des sources médicales doivent être dimensionnés de telle sorte que les valeurs directrices de la dose ambiante indiquées à l'art. 7 ne soient pas dépassées, compte tenu des conditions d'exploitation envisagées. On tiendra compte de la possibilité d'exposition simultanée à plusieurs sources de rayonnements.

[2] Les bases de calcul des blindages nécessaires sont données dans les annexes 2 et 3.

[3] Dans la mesure où les annexes 2 et 3 conduisent, pour des utilisations spéciales, à un résultat erroné, les bases de calcul à appliquer doivent être déterminées au cas par cas selon l'expérience et l'état de la science et de la technique.

Art. 9 Emplacement des unités d'irradiation

Les unités d'irradiation doivent être exploitées dans un local d'irradiation. Le dispositif de commande doit être situé à l'extérieur du local d'irradiation.

Art. 10 Exigences concernant le local d'irradiation

[1] Le local d'irradiation, en tant que secteur surveillé, doit être installé conformément à l' art. 97 ORaP.

[2] Outre les prescriptions visées à l'art. 8 concernant le blindage des éléments qui les délimitent, le local d'irradiation doit satisfaire aux exigences suivantes:

a. les portes du local d'irradiation doivent être munies de dispositifs qui interrompent l'irradiation en cas d'ouverture; l'enclenchement ne doit être possible que depuis le pupitre de commande;

b. il doit être possible de quitter à tout moment le local d'irradiation; des instructions expliquant comment et par où le local peut être quitté en urgence seront affichées de façon bien visible dans le local d'irradiation;

c. lorsque l'installation fonctionne, un signal bien visible dans le local d'irradiation et près du dispositif de commande doit l'indiquer;

d. le patient doit pouvoir être observé constamment durant l'irradiation et doit être en communication verbale avec le personnel;

e. il y a lieu de disposer dans le local de commande, de façon bien visible, une prescription, écrite dans la langue usuelle de l'entreprise, concernant la procédure à appliquer en cas de panne du système de transport automatique de la source ou du dispositif de fermeture de l'unité d'irradiation;

f. il faut disposer, dans le local d'irradiation et dans le local de commande, d'un système de déclenchement d'urgence permettant à tout moment d'interrompre l'irradiation;

g. les locaux d'irradiation doivent posséder une résistance au feu correspondant à la classe F60 ou T30, conformément à la directive de protection incendie de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie du 1er janvier 2015[3].

h. il y a lieu soit de disposer dans le local d'irradiation d'une installation autonome de surveillance du débit de dose ambiante qui, en cas de débit accru, émet un signal d'alarme bien audible lors de l´ouverture des portes, soit de faire porter aux employés un instrument avec une alarme acoustique. Les exigences concernant les instruments sont fixées à l'annexe 6, ch. 1.3.

3 Les locaux d'irradiation dans lesquels sont exploitées des installations d'irradiation à chargement différé (afterloading) doivent en outre satisfaire aux exigences suivantes:

a. le secteur prévu dans le plan de radioprotection pour la position du lit doit être indiqué au sol de manière bien visible;

b. il faut disposer dans le local d'irradiation d'un récipient adéquat en plomb permettant d'y introduire la source et son applicateur en cas de panne du système de transport.

Art. 11 Exigences concernant les salles d'application

1 Dans les locaux où l'on applique manuellement des sources médicales, notamment les salles d'opération, il faut disposer, outre d'un blindage suffisant des éléments qui

3 Cette directive de protection incendie (10-15fr) et la norme associée (1-15fr) peuvent être obtenues auprès de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie(AEAI), Bundesgasse 20, case postale, CH-3001 Berne ou peuvent être consultées gratuitement à l'adresse internet suivante : www.vkf.ch (courriel : mail@vkf.ch).

les délimitent selon l´art. 8, de blindages mobiles. Ceux-ci doivent être dimensionnés de façon à ce que le débit de dose ambiante derrière la protection ne dépasse pas 25 μSv/h.

2 Lors de l'utilisation de sources médicales avec un applicateur, il faut disposer d'un récipient blindé adéquat qui peut, en cas de panne, recevoir la source médicale avec son applicateur.

Art. 12 Exigences concernant les chambres de patients traités par radiothérapie

1 Dans les chambres de patients traités par radiothérapie, il y a lieu de disposer, outre d'un blindage suffisant des éléments qui les délimitent selon l´art. 8, de blindages mobiles.

2 En cas de prise en charge de patients grabataires, un blindage stationnaire d'au moins 110 cm de hauteur est à prévoir le long du lit du patient. Il doit être dimensionné de sorte que le débit de dose ambiante derrière la protection ne dépasse pas 25 μSv/h.

Art. 13 Exigences concernant les lieux d'entreposage

1 Les lieux d'entreposage des sources médicales, en particulier les locaux, les armoires, les coffres, les récipients, doivent satisfaire aux exigences suivantes:

a. ils doivent posséder une résistance au feu correspondant au moins à la classe F30, conformément à la directive de protection incendie du 1er janvier 2015 de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie[4], lorsque l'activité totale des sources médicales entreposées est d'au moins 100 fois la limite d'autorisation visée à l'annexe 3, col. 10 ORaP et au moins à la classe F60 pour l'entreposage de sources scellées de haute activité visées à l'annexe 8 ORaP ;

b. les sources médicales et les unités d'irradiation doivent être entreposées de sorte que les valeurs directrices de la dose ambiante indiquée à l'art. 7 ne soient pas dépassées;

c. lorsque l'on entrepose plusieurs sources radioactives au même endroit, elles seront disposées de sorte que la manipulation de chacune d'entre elles compromette le moins possible la protection des autres.

2 Les lieux d'entreposage sont à indiquer comme tels. Ils sont à installer comme des secteurs surveillés et doivent être utilisés exclusivement pour l'entreposage des sources radioactives.

4 Cette directive de protection incendie (10-15fr) et la norme associée (1-15fr) peuvent être obtenues auprès de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie(AEAI), Bundesgasse 20, Case postale, CH-3001 Berne ou être consultées gratuitement à l'adresse internet suivante : www.vkf.ch (courriel : mail@vkf.ch).

Art.14 Documentation concernant la radioprotection liée à la construction

[1] Pour les locaux où sont exploitées des sources médicales, il faut remettre à l'OFSP, avec la demande d'autorisation, la documentation concernant la radioprotection liée à la construction comprenant les indications suivantes:

a. plan et coupe à l'échelle 1:20 ou 1:50 des locaux et de leur environnement ; la disposition de la source médicale et les points de référence utilisés pour le calcul des distances doivent figurer sur les plans.

b. tableaux de calcul selon l'annexe 4 contenant les résultats des calculs effectués selon les annexes 2 et 3.

[2] Les plans sont à fournir en format A4 ou A3.

[3] La documentation concernant la radioprotection liée à la construction doit être contrôlée quant à sa conformité par l'expert en radioprotection au sens de l'art. 16 de la loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection[5] (LRaP).

Art. 15 Contrôle de l'exécution de la construction

L'expert en radioprotection contrôle que l'exécution de la construction s'effectue conformément aux plans de radioprotection qui ont été autorisés.

Chapitre 3 : Radioprotection opérationnelle

Section 1 : Dispositions générales

Art. 16 Entreposage, accès, inventaire des sources

[1] Les sources médicales doivent être entreposées dans des endroits correspondant aux exigences de l'art. 13, de sorte que seules les personnes qui sont autorisées à les utiliser y aient accès.

[2] Le titulaire de l'autorisation veille à tenir à jour un inventaire des sources.

[3] Il veille à ce qu'immédiatement après la fin du traitement de patients toutes les sources qui ne sont pas incorporées à une unité d'irradiation soient à nouveau entreposées conformément à l'al. 1. A cette occasion, on contrôle à chaque fois si l'inventaire des sources est complet. Cette prescription ne s'applique pas aux sources d'irradiation qui sont placées à demeure dans l'organisme.

Art. 17 Sûreté des sources scellées de haute activité

[1] Le titulaire de l'autorisation garantit par des moyens adéquats la sûreté des sources scellées de haute activité contre le vol et les actes illégaux. Les mesures de sûreté sont à consigner dans un plan de sûreté approuvé par l'autorité de surveillance.

[2] Il garantit par des mesures appropriées que seules les personnes autorisées ont accès aux sources scellées de haute activité.

5 RS **814.50**

[3] Les informations sensibles concernant la sûreté des sources scellées de haute activité doivent être protégées, à l'aide de moyens administratifs et techniques, contre l'accès non autorisé.

[4] La présence et l'intégrité des sources scellées de haute activité sont contrôlées régulièrement. La périodicité de ces contrôles doit être consignée dans le plan de sûreté.

Art. 18 Instruments de mesure

[1] Lors de l'utilisation de sources médicales, il y a lieu de disposer en tout temps, dans le secteur concerné, d'instruments adéquats de mesure conformément à l'annexe 6, ch.1.

[2] Les instruments de mesure visés à l'al. 1 sont contrôlés régulièrement conformément à l'annexe 6, ch. 2.

Art. 19 Contrôle d'étanchéité et de contamination

[1] L'étanchéité des sources médicales doit être contrôlée au moins chaque année avec des méthodes appropriées de façon à ce qu´il soit possible de déceler une éventuelle contamination.

[2] La méthode de contrôle et les résultats sont à consigner dans un procès-verbal.

Art. 20 Obligation d'annoncer

L'annonce visée à l'art. 33 ORaP doit être effectuée immédiatement en cas de perte ou d'endommagement d'une source médicale, et, en cas d'élimination, de remplacement ou de modification du lieu d'entreposage, avant d'entreprendre l'opération en question.

Art. 21 Elimination

Les sources médicales qui ne sont plus utilisées doivent être soit remises pour une réutilisation, soit éliminées, conformément aux prescriptions, comme déchet radioactif.

Art. 22 Transport de sources médicales à l'intérieur de l'entreprise

[1] Lors de leur transport à l'intérieur du périmètre de l'entreprise, les sources médicales doivent être continuellement sous surveillance directe et doivent être disposées de manière à empêcher qu'une personne non autorisée ne s'en saisisse. Il faut garantir que les tiers ne reçoivent pas de dose d'irradiation inutile.

[2] L'emballage ou le récipient doit satisfaire aux exigences suivantes:

a. il doit être muni de signaux de danger bien visibles conformément à l'annexe 5 ORaP;

b. il doit atténuer la radiation de sorte que les débits de dose ambiante de 0,1 mSv par heure à 1 m de la surface et de 2 mSv par heure en surface ne soient pas dépassés;

c. la contamination transmissible sur les surfaces extérieures ne doit pas dépasser les valeurs fixées dans l'annexe 3, colonne 12, ORaP.

3 Le transport sans emballage ou récipient selon l'al. 2 est autorisé dans des cas particuliers, dans la mesure où l'expert en radioprotection compétent donne son assentiment et où la radioprotection est assurée.

4 Lors de la livraison ou de l'envoi de sources médicales dont l'emballage ou le récipient répond aux prescriptions pour le transport en dehors de l'enceinte de l'entreprise, il n'y a pas lieu de prendre des mesures supplémentaires pour le transport à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise pour remplir l'exigence fixée à l'al. 2, let. b.

5 Dans le cas du transport en dehors de l´enceinte de l'entreprise, l'art. 113 ORaP est applicable.

Art. 23 Radioprotection interne à l'entreprise

1 Le titulaire de l'autorisation veille à l'établissement d'instructions écrites de radioprotection, en particulier concernant les mesures d'urgence et les règles de comportement en cas d'accident. Ces dernières doivent être adaptées en permanence aux données actuelles et remises, ou rendues facilement accessibles, à toutes les personnes qui utilisent des sources médicales.

2 Les personnes nouvellement engagées doivent être mises au courant, par l'expert en radioprotection pour le domaine concerné, des règles usuelles et de base de la radioprotection avant de commencer leur activité.

3 Le personnel chargé du nettoyage n'a l'autorisation de travailler dans les secteurs contrôlés ou surveillés que s'il a reçu des instructions d'une personne formée en radioprotection.

4 L'expert en radioprotection surveille et contrôle périodiquement le respect des prescriptions de radioprotection et l'application de techniques de travail adéquates dans l'entreprise.

Art. 24 Instruction du service du feu

Le service du feu compétent sera informé par écrit par le titulaire de l'autorisation :

a. sur l'emplacement des secteurs contrôlés et surveillés ;

b. sur la présence des sources médicales ;

c. sur un éventuel comportement particulier que le service du feu doit adopter en cas d'incendie.

Art. 25 Limitation de séjour durant l'irradiation

Le séjour de personnes auprès de patients subissant un traitement avec une source médicale doit être limité au strict minimum durant le traitement. Dans le cas de traitements avec une unité d'irradiation, aucune personne, hormis le patient, ne doit se tenir dans le local d'irradiation.

Art. 26 Assurance de qualité

[1] Le titulaire de l'autorisation veille à l'application régulière d'un programme d'assurance de qualité comprenant aussi bien les aspects médicaux de la radiothérapie que les thèmes spécifiques à l'instrumentation et à la physique médicale.

[2] L'expérience et l'état de la science et de la technique doivent être pris en compte. A cet effet, les éléments suivants sont à prendre en compte :

a. les normes nationales et internationales et les recommandations des associations professionnelles nationales et internationales ;

b. les directives de l'OFSP.

[3] Lors de l'exécution des contrôles techniques de qualité, les exigences visées à l'annexe 5 sont à prendre en compte.

Section 2 : Applications de sources médicales sans unité d'irradiation

Art. 27 Préparation de l'application, contrôles de qualité

[1] Avant l'application des sources médicales, on contrôlera leur activité avec un instrument de mesure adéquat conformément à l'annexe 6, ch. 1.1.

[2] Le titulaire de l'autorisation veille à l'exécution régulière des contrôles de qualité visés à l'annexe 5, ch. 1.

[3] Le résultat des contrôles visés aux al. 1 et 2 sont à consigner dans un procès-verbal.

Art. 28 Séjour et hospitalisation de patients

[1] Lorsque le débit de dose ambiante à 1 m du patient est supérieur à 5 µSv par heure, ce dernier est à hospitaliser, séparément des patients non traités avec des sources médicales, dans une chambre de patient blindée de manière appropriée. L'autorité de surveillance peut autoriser des exceptions.

[2] Les patients traités avec des sources médicales doivent être hospitalisés séparément des patients non traités avec des sources radioactives tant que sont possibles des irradiations inadmissibles pour des tiers par rapport aux valeurs limites de l'ORaP.

Art. 29 Sortie des patients

[1] Les patients traités avec des sources médicales sans unité d'irradiation ne peuvent sortir du secteur contrôlé ou surveillé ou de l'hôpital que s'il a été démontré par une

mesure, effectuée avec un instrument adéquat, qu'aucune source ne se trouve dans le corps du patient. Les résultats des mesures sont à consigner dans un procès-verbal.

2 Lorsque des patients sont admis à sortir avec des sources médicales dans le corps, il faut garantir que la dose reçue par d'autres personnes ne dépasse pas 1 mSv par année et que celle reçue par le personnel soignant à titre non professionnel ne dépasse pas 5 mSv par année.

3 La sortie de patients conformément à l'al. 2 exige l'accord de l'OFSP. Le médecin responsable doit présenter à l'avance une demande à l'OFSP et démontrer, par exemple en se référant à la situation personnelle du patient, à l'estimation des doses reçues par les proches du patient ou aux règles de comportement prescrites, que les membres de la famille ou des tierces personnes ne sont pas mises en danger ou qu'elles ne peuvent recevoir des doses inadmissibles par rapport aux valeurs limites de l'ORaP.

4 Lorsque les patients traités pour une affection de la prostate avec des implants permanents d'iode-125 sont admis à sortir conformément à l'al. 2, l'accord de l'OFSP visé à l'al. 3 n'est pas nécessaire.

5 La limite de l'exposition des personnes visée à l'al. 2 est considérée comme respectée lorsque la valeur directrice du débit de dose ambiante de 5 µSv par heure à 1 m du patient visé à l'al. 4 n'est pas dépassée au moment de sa sortie.

6 Avant leur sortie, conformément à l'al. 2, le patient sera informé, au cours d'un entretien personnel avec le médecin responsable, des règles de comportement concernant la radioprotection qu'il doit adopter vis-à-vis de ses proches ou de tierces personnes. A cet effet, on lui remettra une notice sur laquelle seront précisés le traitement effectué et les règles à suivre durant une période donnée.

Section 3 : Applications de sources médicales à l'aide d'une unité d'irradiation

Art. 30 Mode d'emploi et dossier technique

1 Le fournisseur doit remettre, pour chaque unité d'irradiation, l'information sur le produit conformément à l'art. 7 ODim[6].

2 Le titulaire de l'autorisation et le fournisseur établissent ensemble un dossier technique.

3 Le titulaire de l'autorisation veille à ce que, au-delà de l'information sur le produit, les données nécessaires soient réunies dans le dossier technique ou le mode d'emploi

4 Le titulaire de l'autorisation veille à ce que ces documents puissent être consultés en tout temps.

5 Le mode d'emploi doit contenir au moins:

6 RS **812.213**

a. les données permettant d'identifier l'installation;

b. des instructions concernant l'exploitation et l'utilisation correctes de l'installation;

c. des instructions concernant l'entretien périodique et les contrôles;

d. une déclaration de conformité du fabricant conformément à l'ODim

6 Le dossier technique doit contenir au moins:

a. la demande d'autorisation et les plans de radioprotection;

b. l'autorisation de l'OFSP pour l'aménagement et l'exploitation de l'installation;

c. les procès-verbaux et les données concernant tous les contrôles effectués tels que les tests de réception les contrôles d'état, les contrôles de stabilité, les rapports de révision, les contrôles de contamination;

d. les certificats des sources conformément à l'art. 3 ;

e. les indications concernant le lieu d'entreposage et l'accès à la documentation sur les incidents radiologiques et les défaillances

7 Les modes d'emploi doivent être rédigés dans la langue usuelle de l'entreprise.

8 La tenue électronique du dossier est possible à condition que le maintien de son intégrité soit garanti.

Art. 31 Contrôles de qualité

1 Le titulaire de l'autorisation veille à l'exécution régulière des contrôles de qualité visés à l'annexe 5, ch. 2.

2 Les résultats des contrôles visés à l'al. 1 doivent être consignés et les procès-verbaux conservés dans le dossier technique.

Chapitre 4 : Dispositions finales

Art. 32 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 15 novembre 2001 sur l'utilisation des sources radioactives scellées en médecine[7] est abrogée.

Art. 33 Autorisations existantes

Les titulaires d'autorisations pour l'utilisation des sources médicales, délivrées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, sont tenus de respecter les prescriptions de celle-ci.

7 [RO **2001** 2848]

Art. 34 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le …

Département fédéral de l'intérieur :
Alain Berset

Annexe 1
(art. 1, al. 3)

Définitions

Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Assurance de qualité

Planification, surveillance, contrôle et correction de l'exécution d'un produit ou d'une activité dans le but de satisfaire à des exigences de qualité.

Brachythérapie

Procédure radiothérapeutique au cours de laquelle la distance entre la source du rayonnement primaire et le tissu à irradier est inférieure à 10 cm. La source médicale est ainsi placée sur ou dans le corps du patient (thérapie intracavitaire ou interstitielle).

Chambre de patient traité par radiothérapie

Chambre utilisée spécialement pour les patients hospitalisés et dans laquelle une application thérapeutique de sources médicales est effectuée.

Contrôle d'état

Contrôle de l'état d'un produit pendant son utilisation pour s'assurer qu'il satisfait aux exigences requises. Il a pour but de démontrer le maintien de la qualité, de la fonctionnalité et de la sécurité requises et est réalisé à l'issue d'une révision ou à la suite d'interventions ou de réparations.

Contrôle de stabilité

Contrôle, à intervalles réguliers, de certains paramètres dans le but de mettre en évidence des écarts par rapport à des valeurs de référence. Il a pour but de détecter à temps une péjoration de la qualité, de la fonctionnalité et de la sécurité, en contrôlant l'écart de certains paramètres par rapport à des valeurs de référence, et d'appliquer les mesures utiles.

Endroit où l'on ne séjourne pas durablement

Salle d'attente ou de déshabillage; locaux d'archives, locaux d'entreposage et caves ne comprenant pas de poste de travail fixe; toilettes; couloirs; escaliers; cages d'ascenseur; trottoirs; routes; chantiers; surfaces vertes; jardins.

Installation à chargement différé

Installation de brachythérapie avec des sources de rayonnement gamma télécommandées automatiquement ou manuellement, dont le mouvement ou le déplacement dans l'applicateur permet l'obtention de répartitions dosimétriques spatiales et qui, après un temps fixé préalablement, sont ramenées dans leur récipient conteneur.

Irradiation à haut débit de dose (irradiation HDR)

Irradiation à l'aide d'une installation à chargement différé conduisant à un débit de dose absorbée au point de référence supérieur à 12 Gy/h.

Irradiation à moyen débit de dose (irradiation MDR)

Irradiation à l'aide d'une installation à chargement différé conduisant à un débit de dose absorbée au point de référence situé entre 2 et 12 Gy/h.

Irradiation à faible débit de dose (irradiation LDR)

Irradiation à l'aide d'une installation à chargement différé conduisant à un débit de dose absorbée au point de référence inférieur à 2 Gy/h.

Installation d'irradiation au rayonnement gamma

Unité d'irradiation servant à la production de champs de radiation gamma pour la téléthérapie.

Local de commande

Local où se trouve le pupitre de commande et depuis lequel le patient est surveillé durant le traitement.

Local d'irradiation

Local dans lequel un traitement avec des radiations ionisantes est effectué.

Protocole d'irradiation

Spécification résumée de l'indication radiothérapeutique pour un patient et des preuves de son irradiation.

Rayonnement primaire

Rayonnement ionisant dans le domaine d'utilisation primaire. Ce domaine est défini par les rayons géométriques partant de la source et passant par les bords actifs du système de collimation.

Rayonnement secondaire

Rayonnement ionisant produit par interaction du rayonnement primaire avec la matière.

Rayonnement tertiaire

Rayonnement ionisant produit par interaction du rayonnement secondaire avec la matière.

Rayonnement transmis

Rayonnement ionisant qui est transmis à travers les éléments de protection visant à empêcher l'émission du rayonnement par l´installation radiologique ou un de ses composantes ou à l'atténuer suffisamment pour que les exigences de radioprotection soient remplies.

Résistance au feu

La notion de résistance au feu est définie par les prescriptions de protection incendie (norme de protection incendie, directives de protection incendie et conditions d'examen) de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI). Le comportement d'éléments de construction en cas d'incendie est caractérisé par sa durée de résistance au feu. Il s'agit de la durée minimale en minutes durant laquelle l'élément doit répondre aux exigences posées (classe de résistance au feu F30/T30/R30 = durée de résistance au feu > 30 minutes pour : F = éléments porteurs ou délimitant un espace, T = fermetures mobiles telles que portes, R = fermetures étanches à la fumée et aux flammes).

Révision/maintenance

Démarche visant à assurer le fonctionnement et la sécurité d'une installation par des mesures préventives conformément aux indications du fabricant, aux normes reconnues et à l'ODim..

Sources médicales

Sources radioactives sous forme scellée appliquées à l'homme ou à l´animal à des fins diagnostiques ou thérapeutiques. Elles sont soit montées dans des unités d'irradiation, soit appliquées manuellement, sous forme d'aiguilles, de fils, de tubes, de perles, de grains, etc.

Téléthérapie

Procédure radiothérapeutique, utilisant une installation d'irradiation au rayonnement gamma, au cours de laquelle la distance entre la source de rayonnement primaire et le tissu à irradier est supérieure à 10 cm.

Test de réception

Contrôle d'un produit, prêt à être livré ou livré, pour déterminer si les spécifications techniques et les exigences de sécurité en vue de son utilisation sont remplies.

Unité d'irradiation

Appareil utilisé à des fins d'irradiation thérapeutique (installation d'irradiation au rayonnement gamma, installation à chargement différé) contenant une ou plusieurs sources radioactives scellées. Les sources sont placées dans un dispositif de blindage avec lequel elles sont reliées mécaniquement dans tous les états de fonctionnement.

Annexe 2
(art. 8, al. 2)

Bases de calcul des blindages pour les installations à chargement différé et les chambres de patient traité par radiothérapie

1 Indications du fabricant et de l'exploitant

Les indications suivantes doivent être disponibles dans la documentation de radioprotection relative à la construction conformément à l'art.14:

a. indications générales, telles que l'emplacement, la désignation du local, le type d'installation;

b. indications concernant le plan de radioprotection, telles que l'échelle, l'auteur du plan, la date d'exécution;

c. indications concernant la source médicale conformément à l'art. 3, let. b;

d. charge d'exploitation (W_A) de l'unité d'irradiation;

e. tableaux de calcul selon l'annexe 4.

2 Charge d'exploitation W_A (fréquence d'utilisation)

La charge d'exploitation indique le taux d'utilisation de l'installation à chargement différé. Elle est égale au produit du nombre possible de séances hebdomadaires d'irradiation par leur dose équivalente moyenne à 1 m de la source médicale. La radioprotection architecturale doit être calculée sur la base de la charge d'exploitation attendue de l'installation à chargement différé. Pour le calcul, on utilisera les charges minimales d'exploitation suivantes:

a. pour les installations d'irradiation à haut et moyen débit de dose (HDR), 300 mSv pendant une semaine

b. pour les installations d'irradiation à faible débit de dose (LDR), 150 mSv pendant une semaine

Dans le cas où des charges d'exploitation plus importantes sont attendues, le calcul des blindages de radioprotection sera adapté en conséquence.

Le blindage des chambres de patient traité par radiothérapie doit être conçu en vue d'une occupation permanente.

3 Mesures architecturales de radioprotection

Les mesures de radioprotection liées à la construction doivent garantir que les endroits à protéger le soient suffisamment, aussi bien contre le rayonnement direct que contre le rayonnement indirect.

La plupart des éléments qui délimitent les locaux sont principalement exposés au rayonnement direct non atténué. La protection offerte par ces éléments se calcule selon 3.1, le rayonnement indirect pouvant être négligé.

Le secteur d'entrée à la salle d'irradiation est en général délimité par une porte d'accès donnant sur un sas (labyrinthe). Ce secteur peut être significativement exposé aux deux composantes du rayonnement et doit être blindé de la façon suivante :

a. contre le rayonnement direct selon 3.1, à travers la paroi du sas (contre le rayonnement direct non atténué) et à travers la porte (contre le rayonnement direct atténué) ;

b. contre le rayonnement indirect selon 3.2, à travers la porte.

Il faut prendre en compte l'exposition simultanée par les deux composantes du rayonnement à l'endroit à protéger en introduisant, dans le calcul des facteurs d'atténuation selon 3.1 et 3.2, des valeurs réduites de dose ambiante admissible de sorte que leur somme ne dépasse pas la dose ambiante admissible selon l'art. 7.

3.1 Mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement direct

Le facteur d'atténuation F est le rapport entre la dose ambiante sans blindage et la dose ambiante avec blindage.

Le calcul du facteur d´atténuation F d´un rayonnement direct atteignant un endroit à protéger s'effectue à l'aide de l'équation suivante:

$$F = \frac{W_A \cdot a_0^2}{H_w \cdot a^2}$$

avec:

F	facteur d'atténuation contre le rayonnement direct
W_A	charge d'exploitation en mSv/ semaine selon le par. 2
H_W	dose ambiante admissible en mSv/semaine selon l'art. 7
a	distance en m entre la source médicale et l'endroit à protéger en m, en prenant la plus courte distance entre le secteur marqué au sol pour la position du lit visé à l'art. 10, al. 3, let. a et l'endroit à protéger
a_0	distance de référence (1 m)

Lorsque le blindage est constitué de plusieurs blindages partiels avec les facteurs d'atténuation F1, F2, … Fn, le facteur total d'atténuation est égal au produit des facteurs individuels F1· F2· …. ·Fn.

3.2 Mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement indirect

Lors du calcul du facteur d'atténuation F_D contre le rayonnement diffusé indirect, il y a lieu de prendre en compte $F_D = F/10$ et d'utiliser pour a la somme de a_1 et a_2

avec:

a_1 moyenne en m des distances entre la source médicale et les centres de gravité des surfaces de diffusion concernées

a_2 moyenne en m des distances entre les centres de gravité des surfaces de diffusion concernées et l'endroit à protéger

4 Calcul des épaisseurs de protection

Le calcul des épaisseurs de protection s'effectue à l'aide de la formule suivante:

$$CAD = \log(F) \ oder \log(F_D)$$

avec:

CAD nombre de couches d'atténuation au dixième avec lequel l'épaisseur des blindages sera calculée à l'aide du tableau 1;

F, F_D facteurs d'atténuation calculés selon les par. 3.1 et 3.2 en utilisant le cas échéant des valeurs réduites pour la dose ambiante admissible selon le par. 3 dans le cas d'une exposition significative par les deux composantes du rayonnement au même endroit à protéger.

log logarithme à base 10.

Tableau 1

Couches d'atténuation au dixième pour différents nuclides et différents matériaux

Matériau de construction	Plomb	Verre en plomb	Fer	Béton baryté	Béton	Brique
Densité en g/cm³	11.34	variable, ρ	7.8	3.2	2.3	1.4
Co-60	4 cm	47/ρ cm	7 cm	16 cm	22 cm	36 cm
Cs-137	2.1 cm	32/ρ cm	5.5 cm	12 cm	17 cm	28 cm
Ir-192	1.7 cm	25/ρ cm	4.5 cm	10 cm	14 cm	23 cm

Annexe 3
(art. 8, al. 2)

Bases de calcul du blindage pour les installations d'irradiation au rayonnement gamma

1. Indications du fabricant et de l'exploitant

Les indications suivantes doivent être disponibles dans la documentation de radioprotection relative à la construction conformément à l'art. 14:

a. indications générales, telles que l'emplacement, la désignation du local, le type d'installation;

b. indications concernant le plan de radioprotection, telles que l'échelle, l'auteur du plan, la date d'exécution;

c. indications concernant la source médicale conformément à l'art. 3, let. b;

d. charge d'exploitation (W_A) de l'unité d'irradiation;

e. tableaux de calcul selon l'annexe 5.

2. Charge d'exploitation W_A (fréquence d'utilisation)

La charge d'exploitation indique le taux d'utilisation de l'unité d'irradiation. La radioprotection architecturale doit être calculée à partir de la charge d'exploitation attendue W_A. Pour le calcul, on utilisera les charges minimales d'exploitation suivantes:

a. pour les installations d'irradiation gamma au cobalt-60, $W_A = 10^6$ mSv/semaine

b. pour les installations d'irradiation au césium-137, $W_A = 10^5$ mSv/semaine

Lorsque d'autres nuclides sont utilisés ou lorsque l'on peut s'attendre à des charges d'exploitation plus élevées, la charge d'exploitation W_A s'obtient en multipliant le nombre prévu de séances d'irradiation par semaine par la dose ambiante moyenne, pour le plus grand champ du faisceau primaire, à la distance de référence $a_0 = 100$ cm de la source médicale.

3. Facteurs de direction

Le facteur de direction U tient compte de la direction du faisceau primaire par rapport à la mesure architecturale de radioprotection à évaluer. A cet effet, toutes les directions que peut prendre le faisceau primaire dans les conditions d'utilisation envisagées sont à considérer.

Lorsque le faisceau primaire est dirigé régulièrement dans la direction de l'endroit à protéger, on utilisera U = 1 pour le rayonnement primaire.

Lorsque le faisceau primaire est dirigé au maximum 10 % du temps dans la direction de l'endroit à protéger ou seulement lors des irradiations dynamiques, on utilisera U = 0,1 pour le rayonnement primaire.

Pour le calcul de la protection contre le rayonnement photonique secondaire et contre le rayonnement transmis, on utilisera U = 1, indépendamment de la direction du faisceau primaire.

Pour la protection contre le rayonnement photonique secondaire provenant de parois qui sont touchées au maximum durant 10 % de l'exploitation par le rayonnement primaire, on utilisera, à la différence du paragraphe ci-dessus, une valeur de U = 0,1.

4 Calcul du facteur d´atténuation F

4.1 Schéma général de calcul

L'épaisseur de blindage, pour chacune des composantes du rayonnement intervenant à l'endroit à protéger, s'obtient à l'aide des figures 1 à 4. Le calcul du facteur d'atténuation des protections contre chacune des composantes du rayonnement intervenant à l'endroit à protéger, se calcule à l'aide de la formule suivante:

$$F_i = \frac{W_A \cdot U \cdot K_i}{H_w} \qquad (1)$$

avec:

F	facteur d'atténuation
i	indice pour spécifier la composante du rayonnement
W_A	charge d'exploitation en mSv/semaine selon le par. 2
U	facteur de direction selon le par. 3
K_i	facteur de réduction du débit de dose selon les paragraphes 4.2 à 4.6. Il s'agit du rapport entre le débit de dose du rayonnement à atténuer à l'endroit à protéger et le débit de dose du rayonnement primaire à une distance a_o = 100 cm de la source
H_W	dose ambiante admissible selon l'art. 7, en mSv/semaine

Lorsque l'incidence de la radiation est oblique, les mesures de radioprotection seront calculées comme si le rayonnement avait une incidence perpendiculaire.

4.2 Facteurs d'atténuation lors de la prise de mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement primaire (P)

Pour le calcul du facteur d'atténuation F_P des mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement primaire, on utilisera la formule (1) du par. 4.1.

Le facteur de réduction K_P se calcule comme suit:

$$K_P = \frac{a_o^{\,2}}{a_P^{\,2}} \qquad (2)$$

avec:

a_o 100 cm
a_P distance entre la source médicaleet l'endroit à protéger

L'épaisseur S_P de la protection se calcule à partir du facteur d'atténuation F_P donné, dans le cas du cobalt-60, à la figure 1 et, dans le cas du césium-137, à la figure 2.

4.3 Facteurs d'atténuation lors de la prise de mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement transmis (T)

Pour le calcul du facteur d'atténuation F_T des mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement transmis en position d'irradiation de l'installation au rayonnement gamma, on utilisera la formule (1) du paragraphe 4.1.

Le facteur de réduction K_T se calcule comme suit:

$$K_T = g_T \frac{a_o^{\,2}}{a_T^{\,2}} \qquad (3)$$

avec:

$g_T = 5 \cdot 10^{-3}$, rapport entre le débit de dose du rayonnement transmis en position d'irradiation de l'installation à une distance de la source médicale de a_o = 100 cm et le débit de dose sur l'axe du faisceau primaire à une distance a_o = 100 cm de la source médicale.

a_o 100 cm
a_T distance entre la source médicale et l'endroit à protéger.

L'épaisseur S_T de la protection se calcule à partir du facteur d'atténuation F_T donné, dans le cas du cobalt-60, à la figure 1 et, dans le cas du césium-137, à la figure 2.

4.4 Facteurs d'atténuation lors de la prise de mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement secondaire émis par le patient (S)

Pour le calcul du facteur d'atténuation F_S des mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement secondaire, on utilisera la formule (1) du par. 4.1.

Le facteur de réduction K_S, dans le cas du rayonnement secondaire issu du patient, se calcule comme suit:

$$K_S = \frac{A_{max}}{A_o} \cdot g_S \cdot \frac{a_1^2}{a_S^2} \qquad (4)$$

avec:

A_{Max} grandeur maximale du champ à une distance Bo = 100 cm de la source
A_o 100 cm²
g_S valeur maximale du rapport entre le débit de dose du rayonnement secondaire à une distance a1 = 100 cm du patient et le débit de dose du rayonnement primaire pour une grandeur de champ A_o = 100 cm² à une distance B_o = 100 cm de la source selon le tableau 2
a_1 100 cm
a_s distance entre l'endroit à protéger et le point d'impact du faisceau primaire

Tableau 2

g_S en fonction du plus petit angle φ_s, formé par la direction du faisceau primaire et la direction du faisceau secondaire issu du patient et atteignant l'endroit à protéger

φ_s	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	> 90°
g_S	$12 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$

L'épaisseur S_S des protections se calcule à partir du facteur d'atténuation F_S donné, la figure 3 resp. 4 pour le cobalt-60 et le césium-137.

4.5 Facteurs d'atténuation lors de la prise de mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement secondaire issu des parois (SP)

Pour le calcul du facteur d'atténuation F_{SP} des mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement secondaire issu des parois, du sol et du plafond (appelés ci-après «parois»), on utilisera la formule (1) du par. 4.1.

Le facteur de réduction K_{SP}, pour le rayonnement secondaire issu des parois, se calcule comme suit:

$$K_{SP} = \frac{A_{SP}}{A_1} \cdot g_{SP} \cdot \frac{a_o^2}{a_Q^2} \cdot \frac{a_1^2}{a_{SP}^2} \qquad (5)$$

avec:

A_{SP} grandeur du champ du faisceau primaire au point d'impact pour l'ouverture maximale et dont la surface n'est pas couverte par d'autres protections vis-à-vis de l'endroit à protéger
A_1 = 100 cm²

g_{SP} valeur maximale du rapport entre le débit de dose du rayonnement secondaire à une distance a1 = 100 cm du point d'impact du faisceau primaire et le débit de dose du rayonnement primaire pour une grandeur de champ A_1 = 100 cm² au point d'impact selon le tableau 3
a_o = 100 cm
a_1 = 100 cm
a_Q distance entre le point d'impact du faisceau primaire et la source médicale
a_{SP} distance entre le point d'impact du faisceau primaire et l'endroit à protéger

Tableau 3

g_{SP} en fonction du plus petit angle φ_w, entre la direction du faisceau primaire et la direction de l'endroit à protéger contre le rayonnement secondaire

φ_{SP}	80°	90°	> 110°
g_{SP}	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$0.6 \cdot 10^{-4}$

L'épaisseur S_{SP} des protections contre le rayonnement secondaire issu des parois se calcule à partir du facteur d'atténuation F_{SP} selon la formule:

$$S_{SP} = Z_{SP} \cdot \log(F_{SP}) \qquad (6)$$

avec:

Z_{SP} couche d'atténuation au dixième selon le tableau 4
F_{SP} facteur d'atténuation selon le ch. 4.4.

Tableau 4

Couche d'atténuation au dixième pour le rayonnement secondaire issu des parois

Matériau de blindage	Plomb	Fer	Béton	Béton baryté
Densité (g/cm³)	11,3	7,8	2,3	3,2
Couche d'atténuation au dixième Z_{SP}	0.5 cm	5 cm	14 cm	7 cm

4.6 Facteurs d'atténuation lors de la prise de mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement tertiaire (T3)

Pour le calcul du facteur d'atténuation F_{T3} des mesures architecturales de radioprotection contre le rayonnement tertiaire, on utilisera la formule (1) du par. 4.1.

Le facteur de réduction K_{T3} contre le rayonnement tertiaire se calcule comme suit:

$$K_{T3} = \frac{A_{T3}}{A_1} \cdot g_{T3} \cdot \frac{a_2^2}{a_{T3}^2} \cdot (K_S + K_{SP}) \qquad (7)$$

avec:

A_{T3} surface de l'impact du rayonnement secondaire sur la paroi qui n'est pas masquée par d'autres protections par rapport à l'endroit à protéger

A_1 = 100 cm^2

g_{T3} rapport entre le débit de dose du rayonnement tertiaire à une distance a_2 = 100 cm du point d'impact du rayonnement secondaire et le débit de dose de ce rayonnement secondaire à l'endroit d'impact pour une surface de diffusion A_1 = 100 cm^2
Pour le champ d'application de la présente ordonnance, on utilisera $g_{T3} = 1 \cdot 10^{-4}$.

a_2 = 100 cm

a_{T3} distance entre le point à protéger et l'endroit d'impact du rayonnement secondaire

K_S facteur de réduction du rayonnement secondaire selon le par. 4.3, en utilisant pour a_S la distance entre l'origine du rayonnement secondaire et le point d'impact où est produit le rayonnement tertiaire

K_{SP} facteur de réduction du rayonnement secondaire selon le par. 4.4, en utilisant pour a_{SP} la distance entre le point d'impact du faisceau primaire et le point d'impact du rayonnement secondaire

L'épaisseur S_{T3} des protections contre le rayonnement tertiaire se calcule à partir du facteur d'atténuation F_{T3} selon la formule:

$$Z_{T3} = Z_{T3} \cdot \log(F_{T3}) \qquad (8)$$

avec:

Z_{T3} couche d'atténuation au dixième selon le tableau 5

F_{T3} facteur d'atténuation selon le ch. 4.1.

Tableau 5

Couches d'atténuation au dixième pour le rayonnement tertiaire

Matériau de blindage	Plomb	Fer	Béton	Béton baryté
Densité (g/cm^3)	11,3	7,8	2,3	3,2
Couche d'atténuation au dixième Z_{T3}	0.2 cm	4 cm	12 cm	4 cm

Figure 1

Facteurs d'atténuation F_P et F_T contre le rayonnement primaire et le rayonnement transmis du cobalt-60 en fonction de l'épaisseur de différents matériaux de blindage

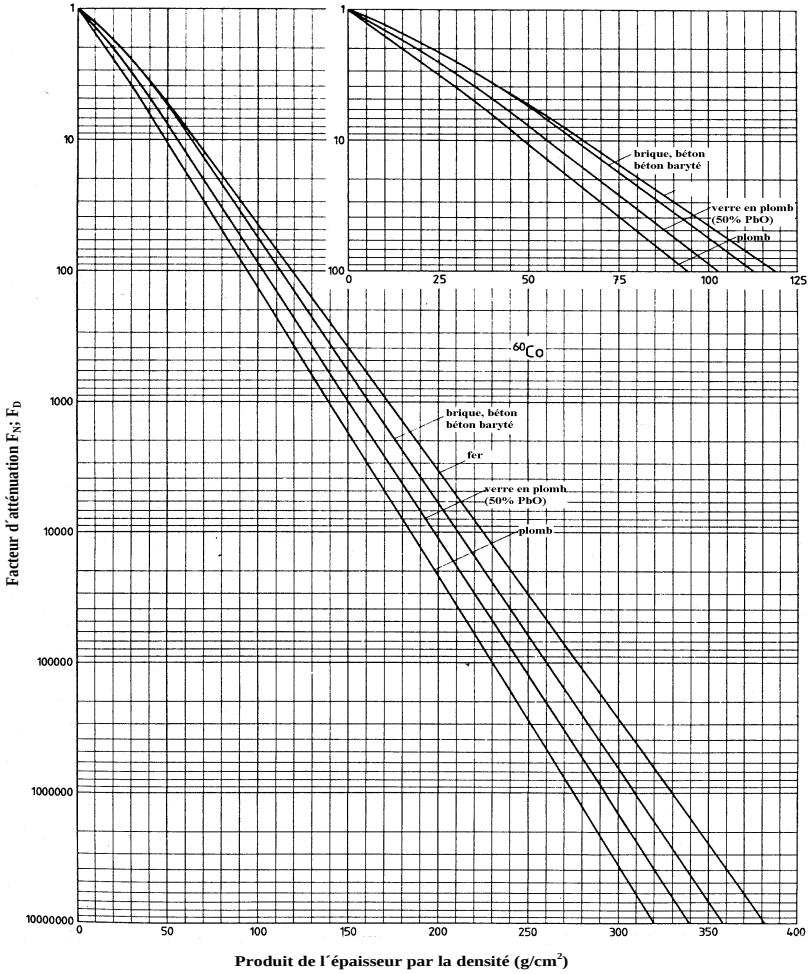


Figure 2

Facteurs d'atténuation F_P et F_T contre le rayonnement primaire et le rayonnement transmis du césium-137 en fonction de l'épaisseur de différents matériaux de blindage

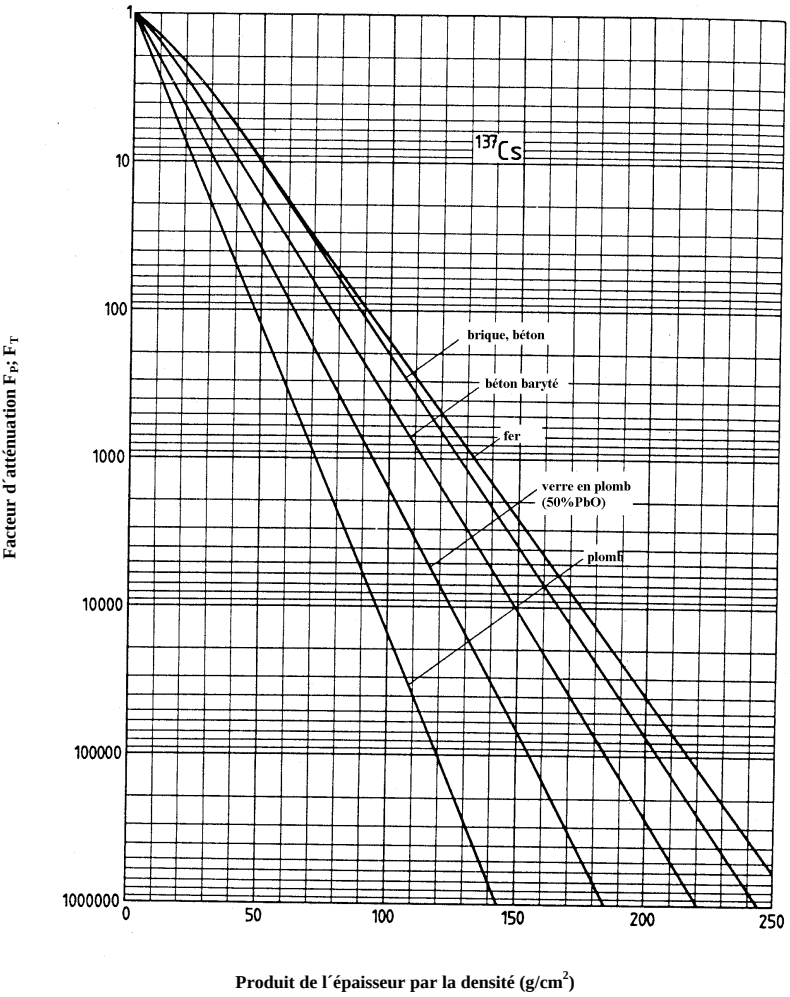


Figure 3

Facteurs d'atténuation F_S contre le rayonnement secondaire pour le cobalt-60 et le césium-137 en fonction de l'épaisseur de brique, de béton, de béton baryté et de fer et en fonction de l'angle de diffusion φ

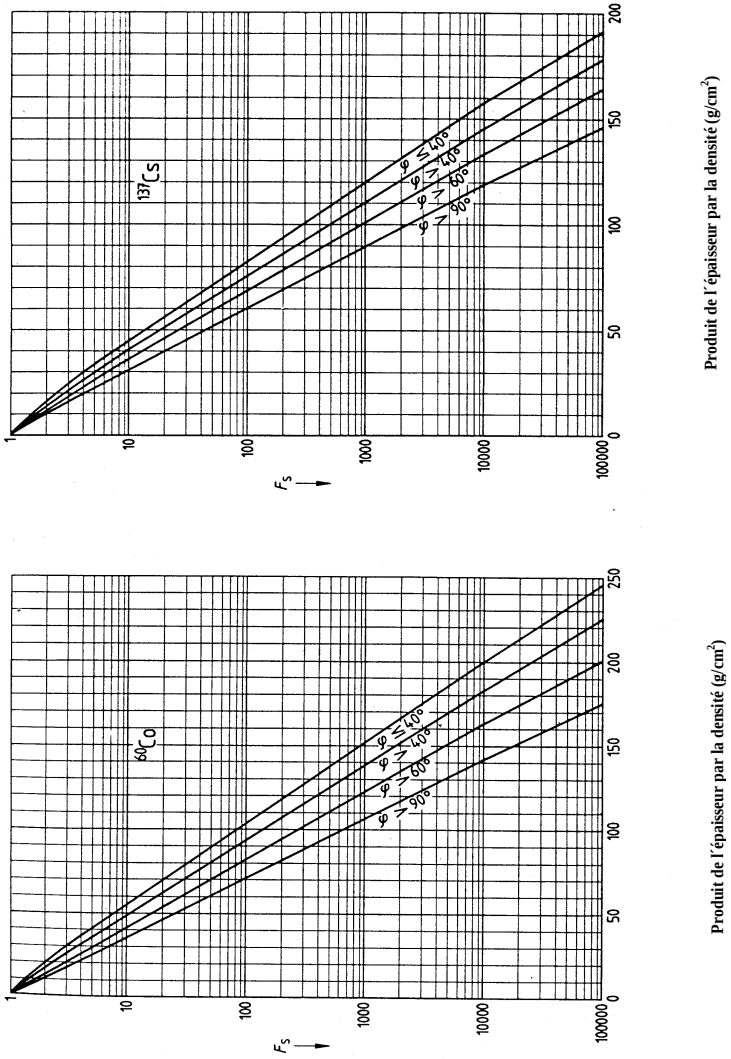
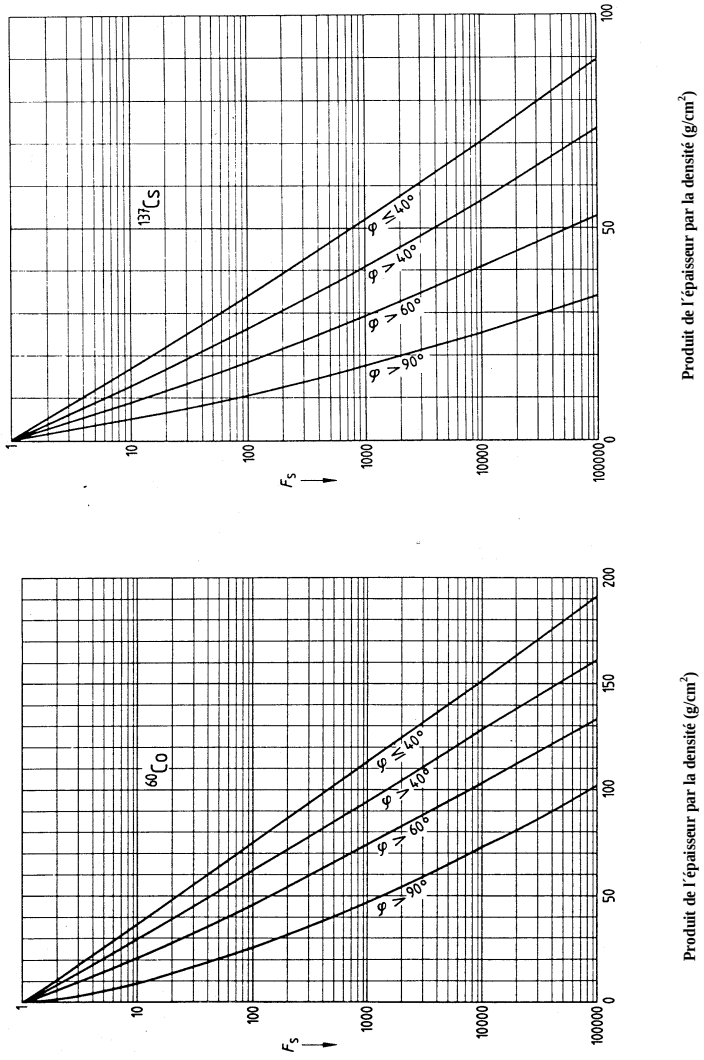


Figure 4

Facteurs d'atténuation F_S contre le rayonnement secondaire pour le cobalt-60 et le césium-137 en fonction de l'épaisseur de plomb et de l'angle de diffusion φ



Annexe 4
(Art.14, al. 1, let. b)

Exemple de tableau de calcul pour une installation à chargement différé

Le tableau de calcul pour les installations à chargement différé doit comporter les indications ci-dessous:

a. type d'utilisation, selon l'art. 7, du secteur contigu au local d'irradiation;
b. valeur directrice de la dose ambiante H dans le secteur contigu selon l'art. 7;
c. distance a entre la source médicale et l'endroit à protéger; on tiendra compte de la distance la plus courte par rapport au secteur, marqué au sol, prévu pour la position du lit;
d. facteurs d'atténuation F, resp. F_s selon l'annexe 2, par. 3 et 4;
e. matériau utilisé pour la délimitation du local, son épaisseur et sa densité,
f. nombre de couches d'atténuation au dixième du matériau de la délimitation du local selon l'annexe 2, tableau 1.

Nuclide:	Activité: [GBq]	Charge d'exploitation W_A: [mSv/sem]	Etage:

Dénomination de l'installation:	Dénomination du local:	Hauteur du local: cm

	a.	b.	c.	d.	d.		e.	e.	e.	f.	
Position	Secteur contigu	H [mSv/sem]		F	F_S	CAD exigées log(F)	Matériau	Densité nette [g/cm^3]	Epaisseur [cm]	CAD présentes	Blindage supplémentaire nécessaire [cm]
...											

Exemple de tableau de calcul pour une installation d'irradiation au rayonnement gamma

Le tableau de calcul pour les installations d'irradiation au rayonnement gamma doit comporter les indications ci-dessous:

a. type d'utilisation, selon l'art. 7, du local contigu au local d'irradiation;
b. valeur directrice de la dose ambiante H dans le secteur contigu selon l'art. 7;
c. facteur de direction U selon l'annexe 3, par. 3;
d. distance entre l'endroit à protéger et les différentes composantes de la radiation ai = a_P, a_S, a_T, a_Q, a_{T3};
e. facteur de réduction du débit de dose des différentes composantes de la radiation : K_i= K_P, K_T, K_S, K_{SP}, K_{T3};
f. facteur d'atténuation Fi des diverses composantes de la radiation F_i = F_P, F_T, F_S, F_{SP}, F_{T3};
g. produit de l'épaisseur par la densité en g/cm²(épaisseur massique) selon l'annexe 3, figures 1 à 4;
h. matériau utilisé pour la délimitation du local, son épaisseur et sa densité;
i. produit de l'épaisseur par la densité (épaisseur massique) du matériau existant pour la délimitation du local.

Nuclide:				Activité: [TBq]			Charge d'exploitation W_A: [mSv/sem]				Etage:		
Dénomination de l'installation:							Dénomination du local:				Hauteur du local:		cm
	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	h.	h.	i.		
Position	Secteur contigu	H [mSv/sem]	U	a_i [m]	K_i	F_i	Indice de la composante	Epaisseur massique [g/cm²]	Matériau	Densité brute [g/cm³]	Epaisseur [cm]	Epaisseur massique presente [g/cm²]	Blindage supplémentaire nécessaire [cm]
...													

Annexe 5

(Art. 26, al. 3, art. 27, al. 2, art. 31, al. 1)

Contrôles de qualité applicables aux sources médicales et aux unités d'irradiation

1. Sources médicales sans unité d'irradiation

Lors de l'utilisation de sources médicales, il faut appliquer régulièrement un programme d'assurance de qualité qui établit les contrôles et les vérifications nécessaires ainsi que leurs périodicités et qui réglemente les responsabilités. Les aspects suivants doivent au moins être pris en compte :

a. intégrité de l'inventaire des sources ;

b. sécurité lors du transport et de l'entreposage des sources médicales ;

c. contrôle concernant l'étanchéité et l'endommagement des sources médicales ;

d. contrôle de l'activité des sources médicales ;

e. qualité et sécurité de la méthode d'application (y compris éventuellement les accessoires nécessaires).

2. Sources médicales avec unité d'irradiation

Lors de l'installation des unités d'irradiation et durant toute la durée de leur utilisation, il faut appliquer régulièrement un programme d'assurance de qualité comprenant les contrôles indiqués ci-dessous :

a. Test de réception

Le fournisseur d'unités d'irradiation effectue un test de réception avant la remise à l'exploitant. Dans ce cadre, les composants qui sont importants pour la sécurité et la dosimétrie doivent être vérifiés en collaboration avec le physicien médical compétent.

A l'issue du test de réception, on établira aussi les valeurs de référence des contrôles ultérieurs de stabilité.

b. Contrôle d'état

Les unités d'irradiation sont à soumettre au moins annuellement à un contrôle d'état. Ce dernier est réalisé par une entreprise spécialisée dans le cadre de la révision/maintenance. Dans ce cadre, les composants qui sont importants pour la sécurité et la dosimétrie doivent être vérifiés en collaboration avec le physicien médical compétent. On est aussi tenu de toujours réaliser un contrôle d'état après chaque réparation/intervention.

A l'issue du contrôle d'état, il convient aussi d'établir les valeurs de référence des contrôles ultérieurs de stabilité.

c. Contrôle de stabilité

Les unités d'irradiation sont à soumettre au moins trimestriellement à un contrôle de stabilité réalisé par l'exploitant ou par un tiers mandaté par lui. La responsabilité pour les contrôles dosimétriques incombe au physicien médical compétent.

d. Exécution des contrôles

Lors de l'exécution des contrôles il importe de tenir compte de l'expérience et de l'état de la science et de la technique. A cet effet sont à prendre en compte:

1. les indications du fabricant ;
2. les normes nationales et internationales (normes CEI) correspondantes ;
3. les recommandations des organisations professionnelles nationales et internationales, en particulier celles de la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale (SSRPM) ;
4. les directives de l'OFSP.

Pour les installations à chargement différé à haut débit de dose (HDR- Afterloading) la recommandation n° 13[8] de la SSRPM, « Dosimetry and Quality Assurance in High Dose Rate Brachytherapy with Iridium-192 », est à respecter.

Les fournisseurs, les fabricants ou les entreprises spécialisées qui effectuent les contrôles de qualité sur les unités d'irradiation doivent disposer d'une autorisation délivrée par l'OFSP et d'un personnel technique spécialisé formé à cet effet.

Les intervalles des contrôles peuvent être raccourcis par rapport aux périodicités minimales indiquées, ceci en fonction du point particulier à contrôler.

Les intervalles et l'étendue de la révision/maintenance se basent sur les dispositions de l'ODim[9] et sont fixés par le fabricant.

8 Recommandation n° 13 de la Société Suisse de Radiobiologie et de Physique médicale,, « Dosimetry and Quality Assurance in High Dose Rate Brachytherapy with Iridium-192 », Janvier 2005 ISBN: 3 908 125 36-7. La recommandation peut être obtenue en librairie ou être consultée sur le site www.sgsmp.ch

9 RS **812.213**

Annexe 6

(Art. 10, al. 2, let. h, art. 18, art. 27, al. 1)

Exigences concernant les instruments de mesure utilisés lors de l'application des sources médicales et concernant leur contrôle

1. Type et domaine d'engagement

En vue du contrôle des sources médicales et de la surveillance de la situation en radioprotection, des instruments adéquats de mesure, selon la liste suivante, doivent être disponibles en nombre suffisant pour le domaine d'application correspondant.

1.1. Mesure de l'activité des sources médicales

Système de mesure de chambres d'ionisation à puits pour la détermination de l'activité de sources médicales (Ir-192 HDR). Les exigences se basent sur les art. 16 et 17 OIMRI.

1.2. Surveillance de l'environnement

– Instrument portable de mesure de la contamination avec une sonde interne ou externe pour le contrôle de l'étanchéité des sources médicales et de contaminations possibles (surface de mesure supérieure à env. 9 cm^2).

– Instrument de mesure du débit de dose pour le contrôle et la surveillance du débit de dose dans le voisinage des sources médicales ainsi que la détection de ces dernières.

Dans le cas où l'instrument de mesure du débit de dose est prévu pour l'utilisation dans des domaines où des débits de dose supérieurs à 100 µSv/h sont attendus, les exigences se basent sur les art. 13 et 14 OIMRI.

1.3. Surveillance des locaux et des personnes

– Instruments de mesure du débit de dose avec une fonction d'alarme et un seuil de réponse défini pour la surveillance du débit de dose lors de travaux dans les locaux d'irradiation (surveillance des locaux indépendante de l'installation)

ou

– Avertisseur acoustique personnel du débit de dose possédant une fonction d'alarme et un seuil de réponse défini pour la surveillance du débit de dose lors de travaux dans les locaux d'irradiation.

2. Nature et périodicité des contrôles

Le titulaire de l'autorisation veille à la sécurité du fonctionnement des instruments de mesure en effectuant des contrôles réguliers selon la liste suivante.

2.1. Nature des contrôles

Vérification
La vérification est l'examen officiel d'un instrument de mesure individuel et la confirmation qu'il satisfait aux prescriptions légales et, qu'ainsi, il peut être utilisé à cet effet. L'écart, observé lors de l'étalonnage effectué à l'occasion de la vérification, par rapport à un standard traçable, doit se situer à l'intérieur des erreurs maximales tolérées applicables à la vérification. Un certificat de vérification est établi pour une durée de validité spécifique. A son expiration, une vérification ultérieure est exigée. Les vérifications ne peuvent être effectuées que par les services reconnus par l'Institut fédéral de métrologie (METAS) et se basent sur les exigences fixées aux art. 14, 15 et 18 OIMRI.

Etalonnage
Lors de l'étalonnage, le rapport entre la valeur vraie de la grandeur de mesure et la valeur de mesure indiquée par l'instrument est établi. Dans ce cadre, l'instrument est comparé à un étalon traçable (source radioactive étalonnée) et l'écart établi. Les résultats sont consignés dans un certificat d'étalonnage. L'étalonnage de l'instrument est réalisé, dans des conditions définies, par le fabricant ou par un autre service qualifié. La date du dernier étalonnage doit figurer sur l'appareil.

Contrôle de stabilité
Lors du contrôle de stabilité, l'écart de l'indication de l'instrument de mesure par rapport à une valeur de référence est contrôlé à des intervalles réguliers en vue de respecter les tolérances prédéterminées. Ce contrôle est réalisé par l'utilisateur. Immédiatement après la vérification ou l'étalonnage d'un instrument de mesure, une valeur de référence pour le contrôle périodique de stabilité doit être établie à l'aide d'une source radioactive adéquate (source de valeur nominale, source de contrôle ou source de surface). La géométrie de mesure, les sources radioactives utilisées, les valeurs de références et les résultats des contrôles de stabilité doivent être fixés dans des instructions internes à l'entreprise et consignées dans un procès-verbal. Après une réparation ou en cas d'écart à la valeur de référence supérieur à la tolérance prédéterminée, l'instrument de mesure doit être ajusté et vérifié ou étalonné.

Contrôle de fonctionnement
Il importe de disposer de sources radioactives adéquates pour le contrôle de fonctionnement. Ce dernier est réalisé par l'utilisateur et comprend les points de contrôle suivants :

– test de batterie

– vérification du bruit de fond (background)

– test de fonctionnement avec une source radioactive (par exemple, une source de valeur nominale) ou dans un champ de rayonnement connu.

Dans ce cadre, il faut contrôler si l'instrument de mesure de la radiation réagit au rayonnement. Les résultats du contrôle de fonctionnement ne doivent pas être consignés.

2.2. Périodicité des contrôles

Instrument de mesure / nature du contrôle	Système de mesure de chambres d'ionisation à puits	- Instrument portable de mesure de la contamination - Instrument de mesure du débit de dose [1)] - Instrument de mesure du débit de dose pour la surveillance des locaux - Instrument personnel avertisseur du débit de dose
Vérification	- avant la première utilisation - tous les 4 ans - Vérification ultérieure lors d'un écart supérieur à 0,5% par rapport au certificat de vérification	*[1)] seulement pour les instruments de mesure du débit de dose et des valeurs attendues > 100 µSv/h* - avant la première utilisation - tous les 3 ans - vérification ultérieure lors d'un écart supérieur à 10% de la valeur de référence
Etalonnage		*[1)] pas pour les instruments de mesure du débit de dose et des valeurs attendues > 100 µSv/h* - avant la première utilisation - après ajustement / réparation - lors d'un écart supérieur à 10% de la valeur de référence
Contrôle de stabilité	- tous les 3 mois	- annuellement - établissement de la valeur de référence après l'étalonnage ou la vérification
Contrôle de fonctionnement		- journalier ou avant chaque utilisation dans le cas d'appareils mobiles - mensuellement dans le cas d'appareils fixes pour la surveillance des locaux

3. Services compétents

3.1. Laboratoires de vérification

Les laboratoires de vérification agréés par le METAS sont, au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance :

- l'Institut Paul Scherrer, IPS, Villigen
- l'Institut de radiophysique, IRA, CHUV, Lausanne

3.2. Services d'étalonnage

Les services d'étalonnage sont les fabricants et les autres services qualifiés (IPS, IRA). Ils doivent disposer des compétences professionnelles suivantes :

- connaissances sur le fonctionnement et sur l'utilisation de l'instrument de mesure à étalonner
- connaissances sur la détermination de l'incertitude de mesure
- connaissances sur la traçabilité des étalons utilisés
- infrastructure technique de mesure adéquate
- documentation et validation de la procédure d'étalonnage
- application de mesures d'assurance de qualité

Le certificat établi par le service d'étalonnage doit comprendre les éléments suivants :

- mandataire et mandant
- description et identification sans ambiguïté de l'instrument de mesure
- date de l'étalonnage
- nom et signature de la personne en charge de l'étalonnage
- indications sur la traçabilité
- extension de l'étalonnage
- brève description de la procédure d'étalonnage et des conditions de mesure
- résultats des mesures et indication de l'incertitude de mesure

Ordonnance du DFI concernant la radioprotection applicable aux systèmes radiologiques à usage médical

(Ordonnance sur les rayons X; OrX)

du ... Projet pour l'audition

Le Département fédéral de l'intérieur,

vu les art. 24, al. 3, 47, al. 2, 98, al. 4, 101, 103, al. 2 et 112, al. 2 de l'ordonnance du … sur la radioprotection (ORaP) [1],

arrête:

Section 1 : Dispositions générales

Art. 1 But et champ d'application

[1] La présente ordonnance a pour but d'assurer la protection des patients, du personnel et des tiers contre les rayonnements ionisants émis lors de la mise en service ou de l'utilisation de systèmes radiologiques médicaux (systèmes radiologiques).

[2] Elle est applicable aux systèmes radiologiques à usage diagnostique ou thérapeutique sur l'homme ou sur l'animal, dont les tensions du tube ne dépassent pas 300 kilovolts (kV) et qui produisent artificiellement des photons d'une énergie supérieure à 5 kiloélectronvolts (keV).

[3] En font également partie :

a. les systèmes radiologiques d'imagerie pour le contrôle de positionnement, la planification et la simulation en radiothérapie ;

b. les systèmes radiologiques utilisés dans le domaine médical à des fins de formation, de démonstration ou de recherche ou utilisés en médecine légale ;

[4] La présente ordonnance réglemente notamment :

a. la justification et l'optimisation des expositions médicales (section 1) ;

b. la radioprotection liée à la construction (section 2) ;

c. la mise en service (section 3) ;

d. l'utilisation (section 4) ;

e. l'assurance de qualité, notamment le contrôle et la révision (section 5).

[5] L'ordonnance du 17 octobre 2001 sur les dispositifs médicaux (ODim) [2] est applicable à la mise sur le marché des systèmes radiologiques.

RS **814.542.1**

1 RS **814.501**

2 RS **812.213**

Art. 2 Définitions

Sont applicables les définitions figurant à l'art. 2 et à l'annexe 1 de l'ORaP ainsi qu'à l'annexe 1 de la présente ordonnance.

Art. 3 Systèmes radiologiques utilisés à d'autres fins

Pour les systèmes radiologiques qui sont utilisés dans le domaine médical à des fins de formation, de démonstration ou de recherche, ou qui sont utilisés en médecine légale, mais qui ne sont pas à usage diagnostique ou thérapeutique sur l'homme ou sur l'animal, les exigences de la présente ordonnance concernant les installations vétérinaires s'appliquent.

Art. 4 Justification

L'indication d'un examen radiologique exige une justification conformément aux arts. 39 à 40 ORaP. Elle doit figurer dans le dossier du patient.

Art. 5 Optimisation des expositions médicales

[1] Les examens diagnostiques sont compatibles avec la technique d'examen optimisée visée à l'art. 43 ORaP de sorte que l'information diagnostique nécessaire est obtenue avec une dose minimale.

[2] L'expérience et l'état de la science et de la technique sont à prendre en compte. A cet effet, les éléments suivants sont à prendre en compte :

a. les recommandations des organisations professionnelles internationales et nationales;

b. les niveaux de référence diagnostiques publiés par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP);

c. les directives de l'OFSP.

[3] La pratique d'examen est contrôlée régulièrement et optimisée.

Art. 6 Observation

Il doit être possible d'observer le patient durant la radiographie, la radioscopie ou l'irradiation.

Art. 7 Engagement de physiciens médicaux

[1] Pour l'optimisation, la formation continue et la gestion de la qualité lors des applications de radiologie interventionnelle, lors de la radioscopie dans le domaine des doses modérées et lors des examens de tomodensitométrie, le titulaire de l'autorisation fait appel à un physicien médical selon l'art. 19 ORaP. A cet effet, les recommandations internationales et nationales sont à prendre en compte.

[2] Les valeurs minimales suivantes, par installation, exigent l'engagement d'un physicien médical:

a. pour un tomodensitomètre : 3 jours par an ;

b. pour une installation de radioscopie dans le domaine des doses élevées : 4 jours par an ;

c. pour une installation de radioscopie dans le domaine des doses modérées : 1 jour par an.

[3] L'autorité de surveillance édicte, au cas par cas, l'engagement d'un nombre de physiciens médicaux supérieur à celui qui est exigé à l'al. 2 lorsque l'expérience et l'état de la science et de la technique de même que les autres principes de la radioprotection le commandent.

[4] Elle peut au cas par cas admettre l'engagement de moins de physiciens médicaux que celui exigé à l'al. 2 si des mesures appropriées garantissent que le risque radioligique reste le même.

[5] Pour les autres applications dans les domaines des doses modérées et faibles visées à l'art. 19 ORaP, l'engagement d'un physicien médical doit être planifié si nécessaire.

[6] Pour chaque installation radiologique à usage thérapeutique, on est tenu de faire appel, pour l'assurance de qualité visée aux arts. 26 à 31, à un physicien médical visé à l'art. 19 ORaP.

Art. 8 Dérogations

L' Office fédéral de la santé publique (OFSP) peut, au cas par cas et sur demande, autoriser une dérogation aux prescriptions de la présente ordonnance si:

a. l'expérience et l'état de la science et de la technique l'exigent pour une nouveauté technique ou une application particulière; et

b. des mesures adéquates garantissent que le risque radiologique reste inchangé.

Section 2: Radioprotection liée à la construction

Art. 9 Valeurs directrices de la dose ambiante

[1] Les locaux dans lesquels sont utilisées des installations radiologiques doivent être blindés de sorte que, selon les paramètres d'exploitation prévus, la dose ambiante ne dépasse 0,02 mSv pendant une semaine à aucun endroit situé à l'extérieur où pourraient séjourner durablement des personnes non exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession.

[2] La dose ambiante ne doit pas dépasser 0,1 mSv pendant une semaine dans les zones contiguës où des personnes non exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession ne séjournent pas durablement. Ces zones sont: les salles d'attente, les vestiaires, les toilettes, les corridors, les escaliers, les cages d'ascenseur, les trottoirs, la rue, les espaces de verdure, les jardins, les locaux sans places de travail fixes tels que les archives, les entrepôts, les caves.

[3] Les parois de protection dans la salle de radiologie et les éléments délimitant celle-ci doivent être dimensionnés de sorte que la dose ambiante ne dépasse 0,1 mSv pendant une semaine à aucun endroit dans les zones contiguës où ne séjournent que des personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession.

[4] La dose ambiante n'est soumis à aucune limitation aux endroits où personne ne peut se tenir pendant que fonctionne l'installation radiologique.

Art. 10 Données requises pour le calcul des blindages

La radioprotection liée à la construction est calculée à partir des paramètres à définir, soit la fréquence d'exploitation de l'installation radiologique, la tension du tube et les distances mentionnées dans l'annexe 3.

Art.11 Calcul des blindages contre le rayonnement primaire

[1] Les éléments délimitant le local (parois, plancher, plafond, portes, fenêtres, etc.) qui peuvent être atteints par le rayonnement primaire lors de l'exploitation prévue doivent être dimensionnés conformément aux annexes 3, 5 et 10.

[2] Pour la protection des zones contiguës visées à l'art. 9, al. 2 et 3, la valeur de protection contre le rayonnement primaire peut être calculée selon les annexes 3, 6 et 10.

Art. 12 Calcul des blindages contre le rayonnement parasite

[1] La valeur de protection des éléments délimitant le local qui ne sont pas atteints par le rayonnement primaire est calculée selon les annexes 3, 7 et 10.

[2] Pour le blindage des zones contiguës visées à l'art. 9, al. 2 et 3, la valeur de protection contre le rayonnement parasite peut être calculée selon les annexes 3, 8 et 10.

[3] La valeur de protection des éléments délimitant le local dans lequel est utilisé un tomodensitomètre est calculée selon les annexes 3, 9 et 10.

[4] La valeur de protection des éléments délimitant le local dans lequel sont utilisées de petites installations radiologiques dentaires est calculée selon les annexes 3, 7, 8 et 10.

Art. 13 Blindages liés à la construction et locaux d'irradiation

[1] L'équivalent de plomb doit être constamment indiqué sur les portes, les fenêtres et les parois qui comprennent des blindages supplémentaires.

[2] Les blindages amovibles des fenêtres qui doivent avoir un équivalent de plomb de plus de 0,5 mm et les portes exposées au faisceau du rayonnement primaire doivent être équipés d'un dispositif de verrouillage électrique qui ne permet d'enclencher le rayonnement que si les dispositifs de protection sont correctement positionnés et les portes fermées.

[3] A l'extérieur des locaux de radiologie, l'effet du blindage défini aux art. 8 et 9 doit être assuré jusqu'à une hauteur d'au moins 200 cm au-dessus du sol.

[4] Les parois de protection et les protections qui ne font pas partie intégrante de l'installation radiologique ont au moins 200 cm de hauteur et 70 cm de largeur. Elles doivent être fixées au local ou à l'installation.

[5] Les unités de soins intensifs doivent être équipées de paravents de protection mobiles et les utiliser; ces paravents portent la mention «protection contre les rayonnements» et ont les dimensions suivantes:

a.	hauteur	150 cm;
b.	largeur	100 cm;
c.	valeur de protection	0,25 mm d'équivalent de plomb.

[6] Les installations radiologiques à usage thérapeutique dont la tension du tube dépasse 50 kV doivent être aménagées dans une salle d'irradiation qui satisfait aux exigences suivantes:

a. les portes de la salle doivent être munies de dispositifs qui interrompent l'irradiation lorsqu'elles sont ouvertes; l'irradiation ne doit pouvoir être enclenchée qu'à partir du poste de commande;

b. il faut pouvoir quitter en tout temps la salle d'irradiation;

c. un signal audible ou visible à l'intérieur de la salle doit indiquer que l'installation radiologique fonctionne;

d. le patient doit pouvoir être observé pendant l'irradiation et être en communication visuelle et orale avec le personnel.

[7] Dans le cas des installations de tomodensitométrie, le local de commande est blindé et complètement séparé de la salle de radiologie.

Art. 14 Commande de l'installation radiologique

Sur les installations radiologiques fixes et sur les installations radiologiques à usage thérapeutique dont la tension maximale du tube ne dépasse pas 50 kV, l'interrupteur est monté de manière que :

a. l'opérateur puisse se tenir dans une cabine séparée, à une distance suffisante du tube et du patient, derrière une paroi de protection, ou derrière une autre protection suffisante et

b. les exigences fixées à l'art. 6 soient satisfaites.

Art. 15 Documents concernant la radioprotection liée à la construction

[1] La demande d'autorisation concernant les locaux dans lesquels seront utilisées des installations radiologiques doit être adressée à l'OFSP, accompagnée des plans de radioprotection ; ces plans doivent contenir les indications suivantes:

a. un plan horizontal de la salle de radiologie à l'échelle 1:20 ou 1:50 sur lequel sont indiqués la disposition du (des) tube(s) et du(des) dispositif(s) d'examen et les points de référence retenus pour déterminer les distances;

b. les plans en coupe, s'ils sont nécessaires pour déterminer les zones à protéger;

c. les tableaux de calcul qui contiennent les paramètres cités à l'annexe 4.

[2] Pour les hôpitaux, les cliniques, les instituts de radiologie, il y a lieu de présenter en plus, sur demande de l'OFSP, un plan de situation (plan d'architecte) des étages (ou de leurs sections principales) où seront aménagés les installations radiologiques, à l'échelle 1:100 à 1:500.

[3] Il n'est pas nécessaire de présenter des plans de radioprotection pour les petites installations radiologiques dentaires et pour les installations de densitométrie osseuse, si une seule installation est utilisée par local et un blindage ne s'impose pas selon les annexes 3, 7 et 8. Pour les installations de densitométrie osseuse il y a lieu de présenter un plan de situation sur lequel la position de l'installation est apparente.

[4] Les plans doivent être présentés en format A4 ou A3 et à l'échelle.

[5] Les documents concernant la radioprotection liée à la construction sont contrôlés quant à leur conformité par l'expert en radioprotection au sens de l'art. 16 de la loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection[3] (LRaP).

Art. 16 Contrôle de l'exécution de la construction
L'expert en radioprotection contrôle que l'exécution de la construction s'effectue conformément aux plans de radioprotection qui ont été autorisés.

Section 3: Mise en service

Art. 17 Mode d'emploi et dossier technique
[1] Le fournisseur remet avec chaque installation radiologique l'information sur le produit visée à l'art. 7 ODim[4].
[2] Le titulaire de l'autorisation et le fournisseur établissent ensemble un dossier technique.
[3] Le titulaire de l'autorisation veille à ce que les indications nécessaires, tirées de l'information sur le produit, soient placées dans le dossier de l'installation ou dans le mode d'emploi.
[4] Le titulaire de l'autorisation veille à ce que l'information sur le produit, le dossier de l'installation et le mode d'emploi puissent être consultés en tout temps.

[5] La tenue électronique des dossiers est possible à condition que le maintien de leur intégrité soit garanti.

[6] Le mode d'emploi contient au moins:
a. les données permettant d'identifier l'installation et les systèmes de réception, de restitution et de documentation de l'image ;
b. les instructions concernant l'exploitation et l'utilisation correctes de l'installation et des systèmes de réception, de restitution et de documentation de l'image;

3 RS **814.50**
4 RS **812.213**

c. la description des données techniques liées à l'utilisation (p. ex., les paramètres d'exploitation applicables aux différents modes d'exploitation comme la radiographie et les types de radioscopie);
d. les instructions concernant l'entretien et les contrôles périodiques à effectuer sur tous les composants du système radiologique;
e. la déclaration de conformité du fabricant conformément à l'ODim ;
f. la déclaration du fabricant concernant l'affectation de l'appareil de restitution de l'image pour l'analyse médicale.

[7] Le dossier technique contient au moins:
a. la demande d'autorisation et les plans de radioprotection;
b. l'autorisation de l'OFSP pour l'aménagement et l'exploitation de l'installation;
c. les procès-verbaux et les données concernant tous les contrôles effectués tels que les tests de réception, les contrôles de stabilité, les révisions, les contrôles d'état, les contrôles périodiques de la radioprotection.

[8] Le mode d'emploi et le dossier technique sont rédigés dans la langue usuelle de l'entreprise.

Art. 18 Test de réception

Avant de remettre un système radiologique à l'exploitant, le fournisseur effectue un test de réception conformément à l'art. 112, al. 1, let. a ORaP sur l'ensemble du système radiologique. Le test de réception se base sur l'art. 28.

Section 4: Utilisation

Art. 19 Normes, recommandations et directives

Lors de l'utilisation de systèmes radiologiques, l'expérience et l'état de la science et de la technique doivent être pris en compte. Pour l'établissement des paramètres techniques du système radiologique notamment, il y a lieu de prendre en compte:

a. les normes et les recommandations nationales et internationales correspondantes ;
b. les directives de l'OFSP.

Art. 20 Documentation de l'utilisation des rayonnements et de la fréquence d'exploitation

[1] Pour chaque installation radiologique à usage thérapeutique, le titulaire de l'autorisation doit tenir une documentation dans laquelle sont consignées toutes les irradiations, avec l'identité des patients, la dose d'entrée, la distance foyer-peau, la grandeur de champ, la région irradiée, la durée, le courant et la tension du tube et la filtration. Ces données d'irradiation sont en outre à consigner dans le dossier du patient et à conserver conformément aux directives applicables aux dossiers des patients, mais au moins durant 20 ans après le dernier traitement.

[2] Pour chaque installation radiologique à usage diagnostique utilisée pour des applications dans les domaines des doses élevées et modérées ainsi qu'en mammographie, les paramètres d'exposition qui sont déterminants pour l'établissement ultérieur de la dose reçue par le patient sont à consigner dans le dossier du patient. Ils comprennent au moins :

a. en radiographie : le type d'examen, la région examinée, le nombre de clichés, le produit dose-surface (PDS) ou, en cas d'indisponibilité, la tension du tube (kV), la charge du tube (mAs) et la distance foyer-récepteur d'image ;
b. en radioscopie : le type d'examen, la région examinée, le temps de scopie, le nombre de clichés, le PDS, la dose accumulée au point de référence interventionnel (PRI), ou, en cas d'indisponibilité, la tension du tube (kV), le courant du tube (mA) et la distance foyer-récepteur d'image ;
c. en tomodensitométrie : le type d'examen, la région examinée, le Volume Computed Tomography Dose Index ($CTDI_{vol}$) et le produit dose-longueur (PDL) ;
d. en mammographie : le type d'examen, le nombre de clichés, la dose glandulaire moyenne (DGM), ou la dose d'entrée (DE), ou, en cas d'indisponibilité, la tension du tube (kV), la charge du tube (mAs) et la distance foyer-récepteur d'image.

[3] Les données sont à conserver conformément aux directives applicables aux dossiers des patients, mais au moins durant 10 ans.

[4] Toutes les données qui sont déterminantes pour le contrôle de la fréquence d'exploitation, ventilées par installation et par salle, doivent être mises à disposition de l'OFSP à sa demande.

Art. 21 Documents concernant la construction des systèmes radiologiques

Le fournisseur de systèmes radiologiques doit tenir à la disposition de l'OFSP les documents décrivant les éléments de leur construction essentiels à la radioprotection.

Art. 22 Indication des grandeurs dosimétriques en médecine humaine

[1] Les systèmes radiologiques utilisés pour les examens dans les domaines des doses modérées et élevées sont munis d'un dispositif qui détermine et indique le PDS accumulé. Le PDS est indiqué en $mGy.cm^2$ et, pour les installations de radiologie interventionnelle, en $Gy.cm^2$.

[2] Les systèmes radiologiques pour les examens de radiologie interventionnelle disposent en outre d'une indication de la dose cumulée au PRI.

[3] Les tomodensitomètres disposent d'une indication du $CTDI_{vol}$ et du PDL.

[4] Les installations de mammographie disposent d'une indication de la DGM ou de la DE.

Art. 23 Dose et débit de dose des installations radiologiques

[1] Les systèmes radiologiques pour les radiographies en médecine humaine travaillant dans les domaines des doses moyennes et élevées disposent d'un exposeur automatique AEC.
[2] Les systèmes radiologiques de radioscopie sont munis d'un dispositif de réglage automatique du débit de dose qui régule le courant et la tension du tube. S'agissant des installations de radioscopie qui permettent à l'opérateur de sélectionner une ou plusieurs courbes de régulation préprogrammées pour le réglage automatique du débit de dose, les courbes de régulation et les débits de dose font l'objet d'une notice explicative.

Art. 24 Equipements et moyens de protection

[1] Les personnes qui doivent se tenir à proximité du patient dans la salle de radiologie pendant que des installations fonctionnent sont protégées par des mesures appropriées, p. ex., dans certains cas par des paravents de protection amovibles ou installés de manière fixe.
[2] Pour chaque installation radiologique on doit disposer des moyens de protection adéquats visés à l'annexe 2. L'entreprise réglera en interne l'utilisation judicieuse des moyens de protection.
[3] Les moyens de protection doivent être entreposés et nettoyés de façon appropriée selon les indications du fabricant et doivent être contrôlés au moins annuellement quant à leur bon fonctionnement.

Art. 25 Distances de sécurité pour le personnel et les tiers

[1] Dans le cas d'une petite installation radiologique dentaire ou d'une installation radiologique mobile, toutes les personnes doivent se tenir, dans la mesure du possible, hors du faisceau de rayonnement primaire, à une distance de 2 m au moins du tube radiologique et du corps radiographié.
[2] Lors d'examens radiologiques à des fins diagnostiques, une personne exposée aux rayonnements dans l'exercice de sa profession ne peut tenir un enfant, un patient agité ou un animal que si celui-ci ne peut pas être immobilisé et s'il n'y a pas d'autre personne disponible.
[3] Personne d'autre que le patient ne doit se tenir dans la salle d'irradiation pendant une séance de radiothérapie, sauf s'il s'agit d'une thérapie superficielle qui ne nécessite pas une tension du tube dépassant 50 kV.

Section 5: Assurance de la qualité, contrôle, révision

Art. 26 Principe

Le fonctionnement correct et optimisé de l'ensemble du système radiologique est garanti par un programme d'assurance de qualité.

Art. 27 Normes, recommandations et directives

[1] Dans le cadre de l'assurance de qualité, principalement dans les domaines du contrôle et de la révision, l'expérience et l'état de la science et de la technique, notamment pour déterminer l'extension et la périodicité de l'assurance de qualité visée à l'art. 112 ORaP, sont à prendre en compte. A cet effet, les léments suivants sont à prendre en compte:

a. les normes et les recommandations internationales et nationales correspondantes ;

b. les recommandations des organisations professionnelles nationales et internationales, notamment de la Société Suisse de Radiobiologie et de Physique médicale (SSRPM) ;

c. les directives de l'OFSP.

[2] Les exigences minimales concernant la périodicité de l'assurance de qualité se basent sur l'annexe 11.

Art. 28 Test de réception

[1] Le test de réception comprend l'établissement, à l'aide des méthodes et des moyens de contrôle choisis par le titulaire de l'autorisation, des valeurs de référence déterminantes pour les contrôles de stabilité prévus à l'art. 29. Dans le cas des installations radiologiques à usage thérapeutique, les valeurs de référence sont fixées par le physicien médical.

[2] Les résultats du contrôle sont consignés dans le dossier technique de l'installation décrit à l'art. 17.

Art. 29 Contrôle de stabilité

[1] Le titulaire de l'autorisation veille à ce que l'ensemble du système radiologique soit soumis régulièrement à des contrôles de stabilité.

[2] Dans le cas des installations radiologiques à usage thérapeutique, le titulaire de l'autorisation veille à ce que les éléments déterminants pour la sécurité et la dose fassent l'objet d'un contrôle de stabilité réalisé régulièrement par le physicien médical.

[3] Les résultats des contrôles sont consignés dans le dossier technique de l'installation décrit à l'art. 17.

Art. 30 Révision, contrôle d'état, contrôle périodique de la radioprotection

[1] Le titulaire de l'autorisation veille à l'entretien du système radiologique en le soumettant régulièrement à une révision et à un contrôle d'état effectués par un technicien qualifié (contrôle d'état).

[2] La fréquence et l'extension de la révision se base, conformément à l'ODim[5], sur les indications du fabricant.

[3] Le contrôle d'état comprend l'établissement, à l'aide de la méthode et des moyens de contrôle choisis par le titulaire de l'autorisation, des valeurs de référence déterminantes pour les contrôles de stabilité prévus à l'art. 29. Pour les installations radiologiques à usage thérapeutique, les valeurs de référence sont fixées par le physicien médical.

[4] Un contrôle d'état partiel ou total, selon le cas, doit être effectué après toute réparation, modification ou tout remplacement d'éléments influant sur la dose ou la qualité de l'image. Le cas échéant, de nouvelles valeurs de référence sont établies pour les contrôles de stabilité.

[5] Lors du contrôle d'état dans les entreprises un contrôle périodique de la radioprotection visé à l'art.187, let. a, ORaP portant sur les aspects liés à la construction et aux conditions et règles opérationnelles doit être effectué.

[6] Les résultats de la révision, du contrôle d'état et du contrôle périodique de la radioprotection sont consignés dans le dossier technique de l'installation décrits à l'art. 17.

Art. 31 Déclaration

L'entreprise spécialisée qui a été autorisée à effectuer les mesures d'assurance de qualité selon l'art. 21 OraP communique à l'OFSP que ces dernières ont été effectuées ainsi que les résultats des vérifications et du contrôle périodique de radioprotection. L'autorité de surveillance fixe l'étendue, la forme et le contenu de la déclaration.

Art. 32 Instruments de mesure

Les contrôles prévus aux arts. 28 à 30 sont effectués à l'aide d'instruments de mesure qui satisfont aux exigences de l'ordonnance du DFJP du 7 décembre 2012 sur les instruments de mesure des rayonnements ionisants (OIMRI)[6].

Section 6: Dispositions finales

Art. 33 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 20 janvier 1998[7] sur les rayons X est abrogée.

5 RS **812.213**
6 RS **941.210.5**
7 [RO **1998** 1084]

Art. 34 Autorisations existantes

[1] Les titulaires d'autorisation pour l'utilisation de systèmes radiologiques délivrées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance doivent respecter les prescriptions de la présente ordonnance.

[2] L'exigence fixée à l'art. 13, al. 7 ne s'applique pas aux tomodensitomètres installés avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

[3] Les systèmes radiologiques pour les radiographies en médecine humaine dans les domaines des doses élevées et modérées dont la première mise en service a été autorisée avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance ne doivent être adaptées aux dispositions fixées à l'art. 22, al. 1 que lors du renouvellement de l'installation radiologique ou lors d'un changement du générateur.

[4] Seuls les systèmes radiologiques pour les radiographies en médecine humaine dans les domaines des doses élevées et modérées dont la première mise en service a été autorisée après le 1er janvier 2008 doivent être adaptées aux exigences visées à l'art. 23, al. 1 jusqu'au 1er janvier 2018.

Art. 35 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le ….

Département fédéral de l'intérieur :

Alain Berset

Annexe 1
(art. 2)

Définitions

Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Assurance de la qualité

La planification, la surveillance, le contrôle et la correction de l'exécution d'un produit ou d'une activité dans le but de satisfaire à des exigences de qualité.

Contrôle d'état

Le contrôle de l'état d'un produit pendant son utilisation pour s'assurer qu'il satisfait aux exigences requises. Il est réalisé à l'issue d'une révision ou à la suite d'interventions ou de réparations.

Contrôle de stabilité

Le contrôle, à intervalles réguliers, de paramètres dans le but de mettre en évidence des écarts par rapport à des valeurs de référence.

Courant du tube

L'intensité moyenne du courant dans le circuit à haute tension du tube.

Dose ambiante

Correspond à la grandeur $H^*(10)$ (dose équivalente ambiante) dans le cas d'un rayonnement pénétrant.

Installation radiologique

L'installation radiologique est l'ensemble de l'appareillage, composé généralement des éléments suivants:

a. du tube radiogène (ensemble radiogène) avec les accessoires;
b. des dispositifs d'examen;
c. du générateur à haute tension;
d. du dispositif mécanique et électronique de commande de l'installation et de production de l'image.

Installation radiologique fixe

Une installation montée de manière fixe dans un local ou utilisée dans un seul local.

Installation radiologique mobile

Installation radiologique qui peut être exploitée à différents endroits.

Masse volumique brute

Dans le cas des matériaux homogènes tels que le plomb laminé, la tôle, le verre, le plâtre, le béton coulé ou précontraint, le baryte ou la pierre naturelle, la masse volumique brute est égale à la masse volumique ordinaire des matériaux en kg/m^3.

Dans le cas des éléments creux tels que les briques en argile et en grès et d'autres éléments de construction analogues, la masse volumique brute est la masse volumique qu'on obtient à partir de la masse du corps creux divisée par son volume. Le volume des éléments de construction se calcule à partir des dimensions extérieures.

Petites installations radiologiques dentaires

Les installations radiologiques dont la tension du tube ne dépasse pas 70 kV, le courant du tube 15 milliampères (mA) et le champ de radiation un diamètre de 6 cm.

Point de référence interventionnel

Pour les installations de radioscopie isocentriques, le point de référence interventionnel se trouve sur l'axe du faisceau à une distance de 15 cm de l'isocentre en direction du foyer.

Produit dose-longueur

Le profil de dose (profil du kerma dans l'air) intégré normalement au faisceau de rayonnement primaire en forme d'éventail, à une distance définie du foyer.

Lors des contrôles effectués sur les tomodensitomètres le produit est mesuré à l'air libre au niveau de l'isocentre. Pour la détermination pendant d'utilisation diagnostique le produit dose-longueur est mesuré à un endroit situé entre le foyer et le patient et converti sur l'isocentre ou déterminé entièrement par calcul.

Produit dose-surface

Le produit de la surface de la section du faisceau de rayonnement primaire et de la dose moyenne (kerma dans l'air) dans cette surface.

Lors de la mesure, la surface de la section du faisceau de rayonnement primaire doit entrer entièrement dans le domaine actif du détecteur. Celui-ci doit être placé entre le foyer et le patient. Si l'installation radiologique est équipée des dispositifs nécessaires, le produit dose-surface peut être déterminé par calcul.

Radiographie directe

La radiographie avec enregistrement de l'image par le récepteur d'image.

Radiographie indirecte

La radiographie avec enregistrement de l'image après un transfert de l'information reçu par le récepteur d'image.

Rayonnement parasite

Le rayonnement sortant du faisceau primaire.

Rayonnement primaire

Le rayonnement à l'intérieur du domaine du faisceau de rayonnement utile. Le domaine du faisceau de rayonnement utile est le domaine conoïdal ou pyramidal, défini par la source de rayonnement (foyer de l'ensemble radiogène) et par les arêtes efficaces du système de collimation.

Révision/maintenance

Démarche visant à assurer le fonctionnement et la sécurité d'une installation par des mesures préventives conformément aux indications du fabricant, aux normes reconnues et à l'ODim[8].

Système de documentation de l'image

Système (par exemple, une imprimante) permettant de documenter des images médicales sous forme de niveaux de gris. Pour les systèmes analogiques, la notion inclut aussi les appareils de développement des films (systèmes à lumière du jour ou à chambre noire).

Système de réception de l'image

Le système de réception de l'image transforme l'image radiante en signaux appropriés pour le traitement ultérieur de l'image. La notion inclut, dans le cas de l'imagerie numérique, le détecteur (à conversion directe ou indirecte) et, dans le cas de l'imagerie analogique, le film radiologique et les écrans renforçateurs associés.

Système de restitution de l'image

Unité fonctionnelle comprenant un écran pour la présentation des images traitées.

8 RS **812.213**

Système radiologique

Le système radiologique comprend l'installation radiologique et les systèmes de réception, de restitution et de documentation de l'image.

Tension du tube

La tension de crête appliquée au tube.

Test de réception

Le contrôle d'un produit prêt à être livré ou livré pour déterminer si les spécifications techniques et les exigences de sécurité en vue de son utilisation sont remplies.

Tomographie volumique numérisée

Procédé d'imagerie qui produit une représentation volumique tridimensionnelle par reconstruction à partir d'une série de radiographies digitales bidimensionnelles.

Annexe 2
(art. 24, al. 2)

Moyens de protection

L'équipement minimum destiné à protéger le patient, le personnel et les tiers est le suivant:

a. Médecine humaine:
   1. le tablier de radioprotection, d'un équivalent de plomb d'au moins 0,25 mm, pour protéger le corps du patient, le personnel et les tiers, du haut du cou jusqu'à environ 10 cm en dessous du genou ;
   2. le tablier de protection des gonades, d'un équivalent de plomb d'au moins 0,5 mm, pour protéger le patient dans la région des gonades, à partir de la ceinture jusqu'à environ 10 cm en dessous des gonades, lors des examens pour lesquels le tablier de radioprotection ne peut pas être utilisé ;
   3. la protection des testicules et des ovaires, d'un équivalent de plomb d'au moins 1 mm ;
   4. la protection de la glande thyroïde et les lunettes en verre plombé, d'un équivalent de plomb d'au minimum 0,5 mm, pour la protection du personnel en radiologie interventionnelle ;
   5. la protection de la glande thyroïde, d'un équivalent de plomb d'au minimum 0,5 mm, pour la protection du patient en tomodensitométrie ainsi que la protection du personnel lors des examens interventionnels en tomodensitométrie ;

b. Médecine dentaire:
   1. des tabliers de protection adaptés au domaine d'application, d'un équivalent de plomb d'au moins 0, 25 mm, du haut du cou jusqu'en dessous des gonades, serrés autour du cou, avec des possibilités d'ajustement ou un écran de protection dentaire, d'un équivalent de plomb d'au moins 0,25 mm, pour les petites installations radiologiques dentaires ;

c. Médecine vétérinaire:
   1. le tablier de radioprotection, d'un équivalent de plomb d'au moins 0,25 mm, du haut du cou jusqu'à environ 10 cm au-dessous du genou ;
   2. les gants de radioprotection, d'un équivalent de plomb d'au moins 0,25 mm, pour protéger de tous côtés les mains et les avant-bras ;
   3. la protection de la glande thyroïde, d'un équivalent de plomb d'au minimum 0,5 mm, pour la protection du personnel.

Annexe 3
(art. 10, 11, al. 1 et 2, 12, al. 2 à 5, 15, al. 3)

Données de base pour le calcul des blindages

a. Fréquence d'exploitation de l'installation radiologique

Les fréquences d'exploitation indiquées dans le tableau ci-dessous correspondent à l'exigence minimale pour les applications présentées. Pour tous les autres domaines d'application de la présente ordonnance, les fréquences d'exploitation sont à déterminer au cas par cas.

Type d'installation ou lieu d'utilisation	Fréquence minimale d'exploitation en mA·min par semaine	
Installations radiologiques fixes	Cabinet médical	Hôpital/Clinique Institut de radiologie
Petites installations dentaires jusqu'à 70 kV	3	10
Tomographes dentaires/radiographie à distance	30	30
Tomographes volumiques numérisés	100	100
Installations de radiographie et de radioscopie	30	1000
Installation de radiographie	30	300
Thérapie en surface	100	300
Thérapie en profondeur	–	1000

Type d'installation ou lieu d'utilisation	Fréquence minimale d'exploitation en mA·min par semaine	
Installations radiologiques mobiles	Cabinet médical	Hôpital/Clinique Institut de radiologie
Salles d'opération et salles de plâtre	100	100
Unités de soins intensifs ou locaux utilisés à des fins analogues	–	3
Salle d'intubation/extubation, de réanimation, de déchocage	30	30

Tomodensitométrie	Fréquence minimale d'exploitation en Gy·cm par semaine
	Hôpital/Clinique Institut de radiologie
Entreprises avec un faible nombre de patients	50
Entreprises avec un nombre moyen de patients	100

Tomodensitométrie	Fréquence minimale d'exploitation en Gy·cm par semaine
	Hôpital/Clinique Institut de radiologie
Entreprise avec un nombre élevé de patients (p. ex. urgences)	200

b. Tension du tube

Il y a lieu de choisir une tension moyenne du tube pour l'utilisation de l'installation radiologique, les valeurs utilisées pour le calcul ne devant toutefois pas être inférieures à celles indiquées ci-après:

Usage/lieu d'utilisation	Tension minimale du tube en kilovolts
Mammographie	50
Tomographies dentaire/radiographie à distance	75
Tomographie volumique numérisée	75
Diagnostic général (cabinet médical)	75
Poste de travail universel	100
Radiologie interventionnelle	100
Exclusivement thorax	125
Exclusivement squelette	75
Salle d'opération, intubation/extubation, salle de plâtre	75
Salle de déchocage, unité de soins intensifs, réanimation etc.	75
Thérapie en surface	50
Thérapie en profondeur	200

c. Distances

Pour le rayonnement primaire, il y a lieu d'observer les distances entre les positions usuelles de l'ensemble radiogène et les zones à protéger.

Pour le rayonnement parasite, il y a lieu d'observer les distances entre la position la plus fréquente du patient (du corps diffusant) et les zones à protéger.

Annexe 4
(art. 15, al. 1, let. c)

Tableau de calcul (modèle)

Le tableau de calcul doit contenir les paramètres suivants :

a. la tension du tube selon l'annexe 3, let. b;

b. la fréquence d'exploitation selon l'annexe 3, let. a en mA·min par semaine, respectivement en Gy·cm par semaine ;

c. l'affectation des zones contiguës à la salle de radiologie selon l'art. 9;

d. les valeurs directrices de la dose ambiante dans les zones selon l'art. 9;

e. l'article/l'alinéa (art. 9, al. 2 à 4) qui justifie l'application de la dose ambiante de 0,1 mSv pendant une semaine (blindages réduits);

f. les distances selon l'annexe 3, let. c avec indication s'il s'agit du rayonnement primaire (Rpr) ou du rayonnement parasite (Rpa);

g. les épaisseurs des blindages exigées selon les art. 10, 11 et 12 en millimètres d'équivalent de plomb;

h. le matériau utilisé pour tout élément délimitant le local (y compris les portes et les fenêtres) et pour les blindages, son épaisseur, sa masse volumique brute et son équivalent de plomb.

a. Tension du tube (Annexe 3, b) _____kV
Générateur:_____

b. Fréquence d'exploitation (Annexe 3, a) _____mA·min /semaine resp. Gy·cm/semaine
Désignation du local: _____

Etage:_____
Hauteur du local: _____m

	c.	d.	e.	f.	f.	g.	h.	h.	h.	h.		
Pos.	Zone contiguë	Dose ambiante mSv/sem	Article alinéa	Rpr m	Rpa m	Eq. Pb néc. mm	Matériau de construction	Masse volumique brute kg/m^3	Epaisseur cm	Eq. Pb du matériau mm	Blindages supplémentaires nécessaires	Blindages supplémentaires mis en place
Plancher												
Plafond												

Annexe 5
(art. 11, al. 1)

Protection contre le rayonnement primaire (0,02 mSv pendant une semaine)

Valeurs de protection[9] en millimètres d'équivalent de plomb requises pour la réduction du rayonnement primaire à une dose ambiante de 0,02 millisievert pendant une semaine

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
50	3	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	10	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	30	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	
50	100	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
50	300	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
50	1000	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
75	3	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	
75	10	1,1	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0	
75	30	1,3	1,0	0,7	0,4	0,3	0,1	0,0
75	100	1,5	1,3	1,0	0,7	0,4	0,2	0,1
75	300	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4	0,2
75	1000	2,0	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4
100	3	1,6	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0	
100	10	2,0	1,5	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0
100	30	2,4	1,9	1,4	1,0	0,6	0,3	0,1
100	100	2,9	2,4	1,9	1,4	1,0	0,6	0,3
100	300	3,3	2,8	2,3	1,8	1,3	0,9	0,5
100	1000	3,7	3,2	2,7	2,2	1,7	1,3	0,8
100	3000	4,1	3,6	3,1	2,6	2,1	1,6	1,2
125	3	1,9	1,4	0,9	0,5	0,3	0,1	0,0
125	10	2,3	1,8	1,3	0,8	0,5	0,2	0,1
125	30	2,8	2,2	1,7	1,2	0,8	0,5	0,2
125	100	3,2	2,7	2,2	1,7	1,2	0,7	0,4
125	300	3,6	3,1	2,6	2,1	1,6	1,1	0,7
125	1000	4,1	3,6	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
150	30	3,1	2,5	2,0	1,4	1,0	0,6	0,3
150	100	3,6	3,0	2,4	1,9	1,4	0,9	0,5
150	300	4,0	3,4	2,9	2,3	1,8	1,3	0,8
150	1000	4,5	3,9	3,4	2,8	2,3	1,8	1,2

9 Les valeurs de protection correspondant aux distances situées entre les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être interpolées. Pour les distances inférieures à 1 m et supérieures à 60 m, les épaisseurs d'atténuation peuvent être extrapolées linéairement.

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
200	1000	6,7	5,9	5,1	4,4	3,7	2,9	2,2
200	3000	7,3	6,6	5,8	5,0	4,3	3,5	2,7
250	1000	12,8	11,1	9,4	7,8	6,4	4,9	3,4
250	3000	14,3	12,5	10,7	9,1	7,6	6,1	4,6
300	1000	19,8	17,2	14,6	12,1	10,2	8,0	5,7
300	3000	22,1	19,3	16,6	14,1	11,8	9,7	7,5

Annexe 6
(art. 11, al. 2)

Protection contre le rayonnement primaire (0,10 mSv pendant une semaine)

Valeurs de protection[10] en millimètres d'équivalent de plomb requises pour la réduction du rayonnement primaire à une dose ambiante de 0,10 millisievert pendant une semaine

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
50	3	0,2	0,1	0,0				
50	10	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	30	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	100	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	300	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	
50	1000	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
75	3	0,5	0,3	0,1	0,0			
75	10	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0		
75	30	0,9	0,7	0,4	0,2	0,1	0,0	
75	100	1,2	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
75	300	1,5	1,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
75	1000	1,7	1,4	1,1	0,8	0,6	0,3	0,2
100	3	1,1	0,7	0,3	0,1	0,0		
100	10	1,5	1,0	0,6	0,3	0,1	0,0	
100	30	1,9	1,4	0,9	0,5	0,3	0,1	0,0
100	100	2,3	1,8	1,3	0,9	0,5	0,2	0,1
100	300	2,7	2,2	1,7	1,2	0,8	0,5	0,2
100	1000	3,1	2,6	2,1	1,6	1,2	0,8	0,4
100	3000	3,5	3,0	2,5	2,0	1,6	1,1	0,7
125	3	1,3	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0	
125	10	1,7	1,2	0,8	0,4	0,2	0,0	
125	30	2,2	1,6	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0
125	100	2,6	2,1	1,6	1,1	0,7	0,4	0,1
125	300	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,6	0,3
125	1000	3,5	2,9	2,4	1,9	1,5	1,0	0,6
150	30	2,4	1,9	1,3	0,9	0,5	0,2	0,0
150	100	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,5	0,2
150	300	3,4	2,8	2,2	1,7	1,2	0,7	0,4
150	1000	3,9	3,3	2,7	2,2	1,7	1,2	0,7

10 Les valeurs de protection correspondant aux distances situées entre les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être interpolées. Pour les distances inférieures à 1 m et supérieures à 60 m, les épaisseurs d'atténuation peuvent être extrapolées linéairement.

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
200	1000	5,8	5,0	4,2	3,5	2,8	2,1	1,4
200	3000	6,4	5,6	4,9	4,1	3,4	2,6	1,9
250	1000	10,8	9,2	7,6	6,0	4,6	3,1	1,9
250	3000	12,2	10,4	8,8	7,2	5,9	4,3	2,8
300	1000	16,8	14,2	11,7	9,6	7,6	5,4	3,4
300	3000	18,9	16,2	13,7	11,3	9,4	7,2	4,9

Annexe 7
(art. 12, al. 1 et 4 et art. 15, al. 3)

Protection contre le rayonnement parasite (0,02 mSv pendant une semaine)

Valeurs de protection[11] en millimètres d'équivalent de plomb requises pour la réduction du rayonnement parasite à une dose ambiante de 0,02 millisievert pendant une semaine

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
50	3	0,0						
50	10	0,1	0,0					
50	30	0,1	0,0					
50	100	0,2	0,1	0,0				
50	300	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	1000	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
75	3	0,1	0,0					
75	10	0,2	0,1	0,0				
75	30	0,4	0,2	0,0				
75	100	0,6	0,4	0,1	0,0			
75	300	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0		
75	1000	1,1	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0	
100	3	0,1	0,0					
100	10	0,4	0,1	0,0				
100	30	0,7	0,2	0,1	0,0			
100	100	1,1	0,6	0,2	0,1	0,0		
100	300	1,4	1,0	0,5	0,2	0,0		
100	1000	1,8	1,3	0,9	0,5	0,2	0,0	
100	3000	2,2	1,7	1,3	0,8	0,5	0,1	0,0
125	3	0,1	0,0					
125	10	0,6	0,2	0,0				
125	30	0,8	0,3	0,1	0,0			
125	100	1,2	0,7	0,3	0,1	0,0		
125	300	1,6	1,1	0,7	0,3	0,0		
125	1000	2,1	1,6	1,0	0,7	0,2	0,0	
150	30	0,9	0,4	0,1	0,0			
150	100	1,3	0,9	0,4	0,1	0,0		
150	300	1,7	1,2	0,8	0,3	0,1	0,0	
150	1000	2,2	1,6	1,1	0,8	0,3	0,1	0,0

[11] Les valeurs de protection correspondant aux distances situées entre les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être interpolées. Pour les distances inférieures à 1 m et supérieures à 60 m, les épaisseurs d'atténuation peuvent être extrapolées linéairement.

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
200	1000	3,9	3,1	2,2	1,6	0,9	0,3	0,0
200	3000	4,6	3,7	2,9	2,0	1,5	0,6	0,3
250	1000	7,6	5,9	4,1	2,8	1,5	0,3	0,0
250	3000	8,8	7,3	5,5	3,8	2,6	0,8	0,3
300	1000	14,5	11,1	8,1	5,5	3,1	0,6	0,0
300	3000	16,9	13,7	10,3	7,4	5,1	1,5	0,5

Annexe 8
(art. 12, al. 2 et 4 et art. 15, al. 3)

Protection contre le rayonnement parasite (0,10 mSv pendant une semaine)

Valeurs de protection[12] en millimètres d'équivalent de plomb requises pour la réduction du rayonnement parasite à une dose ambiante de 0,10 millisievert pendant une semaine

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
50	3	0,0						
50	10	0,0						
50	30	0,0						
50	100	0,1	0,0					
50	300	0,2	0,1	0,0				
50	1000	0,3	0,2	0,1	0,0			
75	3	0,0						
75	10	0,0						
75	30	0,1	0,0					
75	100	0,3	0,1	0,0				
75	300	0,5	0,3	0,1	0,0			
75	1000	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0		
100	3	0,0						
100	10	0,1	0,0					
100	30	0,2	0,1	0,0				
100	100	0,5	0,2	0,0				
100	300	0,9	0,5	0,1	0,0			
100	1000	1,3	0,8	0,5	0,1	0,0		
100	3000	1,6	1,2	0,7	0,2	0,1	0,0	
125	3	0,0						
125	10	0,1	0,0					
125	30	0,3	0,1	0,0				
125	100	0,7	0,2	0,0				
125	300	1,0	0,6	0,2	0,0			
125	1000	1,5	0,9	0,6	0,2	0,0		
150	30	0,3	0,1	0,0				
150	100	0,8	0,3	0,1	0,0			
150	300	1,1	0,8	0,3	0,0			
150	1000	1,6	1,1	0,6	0,2	0,0		

[12] Les valeurs de protection correspondant aux distances situées entre les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être interpolées. Pour les distances inférieures à 1 m et supérieures à 60 m, les épaisseurs d'atténuation peuvent être extrapolées linéairement.

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
200	1000	2,9	2,1	1,5	0,6	0,3	0,0	
200	3000	3,6	2,7	1,9	1,4	0,6	0,2	0,0
250	1000	5,6	3,9	2,5	0,8	0,3	0,0	
250	3000	7,0	5,2	3,5	2,2	0,7	0,3	0,0
300	1000	10,5	7,6	4,9	1,5	0,9	0,0	
300	3000	13,2	9,8	6,8	4,3	1,3	0,0	0,0

Annexe 9
(art. 12, al. 3)

Protection contre le rayonnement parasite des tomodensitomètres

A. Valeurs de protection[13] en millimètres d'équivalent de plomb requises pour la réduction du rayonnement parasite à une dose ambiante de 0,02 millisievert pendant une semaine

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	Gy·cm par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
120	50	2,00	1,50	1,25	0,60	0,30	0,1	0
120	100	2,50	2,00	1,25	0,80	0,50	0,20	0
120	200	2,75	2,00	1,50	1,25	0,70	0,30	0,10
150	50	2,25	1,75	1,25	0,70	0,40	0,10	0
150	100	2,50	2,00	1,50	1,00	0,60	0,20	0
150	200	2,75	2,25	1,75	1,25	0,80	0,40	0,1

B. Valeurs de protection[14] en millimètres d'équivalent de plomb requises pour la réduction du rayonnement parasite à une dose ambiante de 0,10 millisievert pendant une semaine

Tension du tube	Fréquence d'exploitation	Distance						
kV	mA·min par semaine	1m	2m	4m	8m	15m	30m	60m
120	50	1,50	1,00	0,60	0,20	0,10	0	0
120	100	1,75	1,25	0,80	0,40	0,20	0	0
120	200	2,00	1,50	1,00	0,60	0,30	0,10	0
150	50	1,75	1,25	0,70	0,30	0,10	0	0
150	100	2,00	1,50	0,90	0,50	0,20	0	0
150	200	2,25	1,75	1,25	0,70	0,30	0,10	0

13 Les valeurs de protection correspondant aux distances situées entre les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être interpolées linéairement.
14 Les valeurs de protection correspondant aux distances situées entre les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être interpolées linéairement.

Annexe 10
(art. 11, al. 1 et 2, ainsi que 12, al. 2 à 4)

Equivalent de plomb de différents matériaux de construction

Epaisseur de plomb en mm	Epaisseur de matériaux[15] en mm pour obtenir une atténuation équivalente des rayonnements émis aux tensions du tube de							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
Fer (masse volumique brute 7800 kg/m^3)								
0.2	1.1	1.0	0.8	1.4	2.7	2.5	3.0	3.0
0.4	2.2	2.0	1.6	2.4	5.0	5.0	5.5	5.5
0.6	3.5	3.3	3.0	4.5	7.7	8.0	7.5	8.0
0.8	4.8	4.7	4.6	8.0	10.0	11.0	10.0	10.0
1		6.2	6.4	9.0	13.2	15.0	12.5	12.5
1.2		7.6	8.0	11.0	16.0	17.5	14.0	14.0
1.4		9.0	9.2	13.0	18.7	21.0	16.5	16.0
1.6		10.2	10.5	15.0	21.7	25.0	18.8	17.5
1.8		11.2	12.4	18.0	23.6	28.0	20.0	19.6
2		12.2	13.6	20.0	26.7	30.5	22.5	21.0
2.5		15.0	16.4	23.0	33.3	37.5	28.8	25.0
3			20.0	29.5	40.3	45.0	33.0	29.0
4			25.6	41.0	54.3	57.5	44.0	37.5
Baryte (masse volumique brute 3200 kg/m^3)								
0.25	3.2	1.5	1.1	1	1.6	2.4	2.3	2
0.5	6.5	2.6	2	2	3.2	4.8	4.4	4
0.75	10	3.8	2.8	3.3	5	9	7.7	6.8
1		4.9	3.8	4.6	7.4	13	10	9
1.25		6	4.8	6.6	10.4	17.2	13.4	11.7
1.5		7	5.8	9	13.6	22	16.7	14
1.75		8	7	10.6	17.2	26	19	16.7
2		9	8.4	12.5	20.4	30	22.3	18.8
2.5		11.5	10.7	16.2	26	38	28	24
3			13.2	20	32	45.4	34.7	29.8
4			17.6	27.6	44	58	46.7	41.3
5			22	35	55	70	58	54
6						81.2	70	64
7						92	80.7	74.6
8						104	93.3	83.5
9							104	93.3
10							116	101

[15] A tension égale du tube, les épaisseurs de plomb correspondant aux épaisseurs de matériaux situées entre les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être interpolées linéairement.

Epaisseur de plomb en mm	Epaisseur de matériaux[15] en mm pour obtenir une atténuation équivalente des rayonnements émis aux tensions du tube de							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
Verre (masse volumique brute 2500 kg/m^3)								
0.1	13	10	7	10	10	10	10	6
0.2	26	18	14	17	20	19	18	12
0.3	38	28	21	25	29	28	27	18
0.4	48	36	30	34	38	36	33	24
0.5		44	37	39	46	43	38	30
0.6								34
0.8								42
1								48
Béton (masse volumique brute 2100 kg/m^3)								
0.25	30	22	18	19	28	25	25	20
0.5	56	44	36	40	51	42	38	30
0.75	81	65	55	63	70	68	57	45
1		85	75	81	90	90	71	53
1.25		105	90	98	110	106	83	64
1.5		122	105	112	130	128	95	75
1.75		140	118	128	149	146	108	84
2		153	130	144	167	162	118	92
2.5		184	155	176	202	194	142	108
3			185	210	240	225	162	126
4			244	290	328	281	203	162
5			306	372	425	333	239	196
6						383	275	225
7						433	308	248
8						484	347	270
9							383	302
10							416	327
Grès calcaire (masse volumique brute 1900 kg/m^3)								
0.25	39	28	20	29	36	30	27	20
0.5	83	56	44	50	61	52	43	34
0.75	128	82	67	75	85	78	67	49
1		110	90	96	110	99	81	61
1.25		135	107	118	135	123	94	73
1.5		159	124	135	157	146	110	84
1.75		182	144	151	179	168	123	94
2		202	160	170	202	186	137	105
2.5		244	193	206	247	229	164	123
3			228	249	291	265	188	141
4			287	341	392	330	237	180
5			348	437	496	392	276	215
6						453	323	250
7						516	360	283
8						576	404	307
9							444	344
10							484	370

Epaisseur de plomb en mm	Epaisseur de matériaux[15] en mm pour obtenir une atténuation équivalente des rayonnements émis aux tensions du tube de							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
Brique (masse volumique brute 1200 kg/m^3)								
0.25	110	56	44	54	54	51	46	35
0.5	185	96	83	85	96	88	69	60
0.75	240	138	122	120	130	122	104	90
1		172	160	154	170	154	127	108
1.25		208	190	187	212	190	146	130
1.5		244	220	212	250	225	167	152
1.75		277	245	240	288	269	192	170
2		315	267	272	320	297	212	190
2.5		390	312	323	394	356	260	220
3			360	400	469	414	298	250
4			460	530	603	516	375	312
5			560	672	742	605	433	366
6						695	500	417
7						781	560	450
8						875	625	500
9							683	542
10							738	583
Plâtre (masse volumique brute 840 kg/m^3)								
0.2	53	44	36	48	53	52	48	36
0.4	109	87	74	84	98	96	77	65
0.6	163	131	112	126	148	144	115	97
0.8	218	173	154	165	183	181	144	128
1		211	183	200	225	225	168	140
1.2		250	216	232	265	264	190	161
1.4		289	243	266	308	303	213	182
1.6		331	277	304	352	347	243	208
1.8		365	309	327	391	386	267	222
2		394	330	360	424	405	288	240
2.5		480	390	440	510	486	336	285
3			456	525	600	550	400	318
4			588	684	780	660	480	400
Béton mousse (masse volumique brute 680 kg/m^3)								
0.2	90	72	54	75	80	76	64	48
0.4	186	140	108	135	152	125	114	104
0.6	278	210	162	203	228	187	170	156
0.8	352	272	217	256	282	248	209	171
1		333	275	306	337	304	244	200
1.2		389	317	360	396	360	274	230
1.4		437	360	397	448	410	301	252
1.6		499	412	453	512	468	344	288
1.8		543	448	492	561	517	386	309
2		582	481	532	600	548	412	330
2.5		690	568	637	712	645	472	380
3			656	735	825	735	551	440
4			821	944	1042	885	668	545

Annexe 11
(art. 27, al. 2)

Exigences concernant la périodicité de l'assurance de qualité

a. Responsabilité pour l'exécution des contrôles
Les responsabilités pour la mise en œuvre et l'exécution des mesures d'assurance de qualité se basent sur l'art. 112, al. 1 ORaP ainsi que sur les art. 28 à 30.

b. Périodicités minimales pour l'exécution des mesures d'assurance de qualité :

A. Applications standards

		Installation radiologique	Système de récepteur de l'image		Système de restitution de l'image	Système de documentation de l'image
			D	A		
Système radiologique pour la médecine humaine[16]	TR	Avant la remise				
	CS	a	a	---	h	h
	CE	6a	6a	a	a	a
Système radiologique pour la médecine dentaire[17]	TR	Avant la remise				
	CS	a	a	---	h	h
	CE	6a	6a	a	3a	a[18]
Système radiologique pour la médecine vétérinaire	TR	Avant la remise				
	CS	---	---	---	m	m
	CE	6a	6a	a	3a	a[19]

TR : test de réception selon l'art. 28
CS : contrôle de stabilité selon l'art. 29
CE : contrôle d'état (à la suite d'une révision) selon l'art. 30
A : récepteur d'image analogique; D : récepteur d'image numérique
6a : tous les 6 ans ; 3j : tous les 3 ans ; j : annuel ; m : mensuel ; h : hebdomadaire

16 Sont compris les systèmes de densitométrie osseuse et les systèmes de tomographie volumique numérisée.
17 Sont compris les systèmes de tomographie volumique numérisée.
18 Dans le cas d'appareils de développement conçus uniquement pour les films dentaires intra-oraux: **6a**
19 Dans le cas du développement manuel en médecine vétérinaire: **3a**

B. Applications spéciales

		Installation radiologique	Système de récepteur d'image		Système de restitution d'image	Système de documentation d'image
			D	A		
Systèmes de tomodensitométrie	TR	Avant la remise				
	CS	3m	3m		h	h
	CE	a	a		a	a
Systèmes de mammographie	TR	Avant la remise				
	CS	h	h	j	h	h
	CE	a	a	a	a	a
Systèmes de radiologie interventionnelle	TR	Avant la remise				
	CS	a	a	a	h	h
	CE	3a	3a	3a	a	a
Systèmes radiologiques à usage thérapeutique ne dépassant pas 100 kV	TR	Avant la remise[20]				
	CS	a[20]				
	CE	3a[20]				
Systèmes radiologiques à usage thérapeutique au-dessus de 100 kV	TR	Avant la remise[20]				
	CS	---				
	CE	a[20]				
Systèmes d'imagerie pour le contrôle de positionnement, la planification et la simulation en radiothérapie	TR	Avant la remise				
	CS	Selon la recommandation SSRPM n° 16[21]				
	CE	3a				

TR : test de réception selon l'art. 28
CS : contrôle de stabilité selon l'art. 29
CE : contrôle d'état (à la suite d'une révision) selon l'art. 30
A : récepteur d'image analogique; D : récepteur d'image numérique
3a : tous les 3 ans ; a : annuel ; 3m : trimestriel ; h : hebdomadaire ; t : journalier

20 Répartition des tâches entre le physicien médical visé à l'art. 7, al. 5 et l'entreprise spécialisée

21 Recommandation n°16 de la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale, « Quality assurance of gantry-mounted image-guided radiotherapy system », ISBN: 3 908 125 48 0 ou sur le site www.sgsmp.ch

Ordonnance concernant la radioprotection applicable aux installations non médicales de production de radiations ionisantes (ORIn)

du … Projet pour l'audition

Le Département fédéral de l'intérieur, en accord avec l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN),

vu les art. 24, al. 3, 98, al. 4, 101, 103, al. 2 et 112, al. 2 de l'ordonnance du … sur la radioprotection (ORaP)[1],

arrête:

Section 1 Dispositions générales

Art. 1 Champ d'application

1 La présente ordonnance s'applique:

a. aux installations servant à produire des rayonnements photoniques et corpusculaires qui sont utilisées à des fins non médicales;

b. aux émetteurs parasites, dans la mesure où le débit de dose à 10 cm de la surface dépasse 1 µSv par heure et qu'ils sont destinés à des applications non médicales.

2 En font notamment partie les installations destinées aux essais de matériaux, à leur traitement, à la technique de mesure et de réglage, à la production de radionucléides de même que les installations utilisées à des fins de recherche et de stérilisation.

Art. 2 Définitions

Les définitions fixées à l'art. 3 et aux annexes 1 et 4 ORaP ainsi qu'à l'annexe 1 de la présente ordonnance sont applicables.

Art. 3 Normes reconnues de la technique

Les installations et leur exploitation doivent correspondre aux normes reconnues de la technique et être exploitées selon ces normes. Sont en particulier considérées comme normes reconnues les normes harmonisées sur le plan international de la Commission électrotechnique internationale (CEI), du Comité européen de normalisation (CEN) et du Comité européen de normalisation électrotechnique (CENELEC).

1 RS **814.501**

Art. 4 Dérogations

L' Office fédéral de la santé publique (OFSP) peut, au cas par cas et sur demande, autoriser une dérogation aux prescriptions de la présente ordonnance si:

a. l'expérience et l'état de la science et de la technique l'exigent pour une nouveauté technique ou une application particulière; et

b. des mesures adéquates garantissent que le risque radiologique est le même ou est plus faible que lorsque les prescriptions de la présente ordonnance sont observées.

Section 2 Aménagement et exploitation des installations

Art. 5 Installations fixes

Lors de l'aménagement et de l'exploitation, dans des secteurs surveillés, d'installations fixes qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale ou partielle, les exigences particulières indiquées à l'annexe 2 sont applicables.

Art. 6 Tubes à rayons X tenus à la main

Lors de l'exploitation de tubes à rayons X de puissance limitée tenus à la main, les exigences particulières indiquées à l'annexe 3 sont applicables.

Art. 7 Installations mobiles

Lors de l'aménagement et de l'exploitation d'installations mobiles, les exigences particulières indiquées à l'annexe 4 sont applicables.

Art. 8 Installations utilisées dans des locaux d'irradiation

[1] Lors de l'aménagement et de l'exploitation d'installations utilisées dans des locaux d'irradiation, les exigences particulières indiquées à l'annexe 5 sont applicables.

[2] Lors de l'aménagement et de l'exploitation d'installations utilisées dans des locaux d'irradiation et dont l'énergie du rayonnement est supérieure à 1 MeV, les exigences particulières indiquées aux annexes 5 et 6 sont applicables.

[3] Les entreprises industrielles qui aménagent ou réorganisent des locaux d'irradiation destinés à des installations doivent prendre en compte les prescriptions concernant l'approbation des plans par l'autorité cantonale conformément à l'art. 7, al. 1 de la loi du 13 mars 1964 sur le travail (LTr).

Art. 9 Autres installations

Pour l'aménagement et l'exploitation d'installations qui ne sont pas mentionnées aux art. 5 à 8, l'expérience et l'état de la science et de la technique sont à prendre en considération.

Art. 10 Dispositifs de commande des installations qui ne sont pas munies d'une protection totale ou partielle

1 Les dispositifs de commande doivent se trouver hors des secteurs surveillés. L'enclenchement de l'irradiation ne doit être possible qu'à partir du dispositif de commande.

2 Lorsque, pour des raisons organisationnelles ou techniques, il n'est pas possible de placer le dispositif de commande hors des secteurs surveillés, il faut garantir que la dose ambiante à l'endroit du dispositif de commande ne dépasse pas 0,1 mSv en une semaine, en prenant en considération la fréquence d'utilisation.

3 Les installations doivent être munies d'un interrupteur de mise hors service bien visible placé auprès du dispositif de commande.

4 Les installations doivent être protégées contre le risque de mise en service par une personne non autorisée.

Art. 11 Dispositifs de signalisation

1 L'émission de rayonnement doit être indiquée à l'aide d'au moins une signalisation lumineuse.

2 Les signaux lumineux d'avertissement doivent être facilement visibles depuis la limite du secteur contrôlé ou surveillé tout autour de l'installation.

3 Pour les installations qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale et qui sont exploitées à l'extérieur de locaux d'irradiation, il faut s'assurer qu'elles ne puissent pas être mises en service quand la signalisation lumineuse est défectueuse.

4 Les installations et les secteurs de surveillance doivent être marqués avec le signe de danger et une désignation selon l'annexe 8 ORaP.

Art. 12 Dispositifs de sécurité

1 Les dispositifs de radioprotection des installations et les accès aux locaux d'irradiation doivent être équipés d'interrupteurs de sécurité. Ceci s'applique notamment :

a. aux blindages et aux plaques de couverture qui peuvent être enlevés sans l'aide d'outils;

b. aux fenêtres destinées à introduire du matériel;

c. aux volets d'obturation.

2 Les interrupteurs de sécurité doivent être à actionnement forcé et à ouverture forcée ou garantir par d'autres moyens au moins le même niveau de sécurité. Celui-ci doit être adapté au risque de l'installation. L'installation doit s'arrêter automatiquement lorsqu'un des interrupteurs de sécurité est actionné. La remise en service ne doit pouvoir être effectuée que depuis le dispositif de commande.

3 La remise en service de l'installation peut s'effectuer de manière automatique s'il s'agit d'une fenêtre destinée à l'introduction de matériel et qu'en cas de fermeture de celle-ci aucune partie du corps ne puisse être soumise à une irradiation.

Art. 13 Mise hors service des dispositifs de sécurité

[1] La mise hors service des dispositifs de sécurité ne peut avoir lieu que lors de travaux d'entretien, de réparation ou d'ajustement. Durant une mise hors service, les installations doivent être exploitées avec le débit de dose le plus faible possible.

[2] La mise hors service de dispositifs de sécurité doit être indiquée de manière bien visible sur l'installation.

Art. 14 Dossier de l'installation

[1] Le titulaire de l'autorisation doit veiller à ce que les instructions d'utilisation soient visibles en tout temps près de l'installation. Elles doivent être rédigées dans la langue usuelle de l'entreprise et contenir au moins les informations suivantes:

a. instructions pour l'exploitation conforme de l'installation;

b. instructions concernant les contrôles périodiques, la maintenance et les ajustements de l'installation;

c. instructions pour la réparation de pannes.

[2] Le titulaire de l'autorisation doit veiller à ce que, pour chaque installation, les documents suivants au moins soient disponibles:

a. autorisation de l'autorité compétente concernant l'aménagement et l'exploitation de l'installation;

b. les procès-verbaux et les indications concernant toutes les vérifications et tous les contrôles effectués;

c. les plans de radioprotection et les bases de calcul, dans la mesure où ils s'avèrent nécessaires;

d. les consignes internes de radioprotection.

Section 3 Emplacement et blindage des installations

Art. 15 Emplacement

[1] Les installations qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale ou partielle doivent être exploitées dans des locaux d'irradiation.

[2] Lorsque l'exploitation d'installations qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale ou partielle n'est pas possible dans des locaux d'irradiation, pour des raisons organisationnelles ou techniques, l'autorité de surveillance peut admettre leur exploitation dans d'autres secteurs surveillés.

Art. 16 Blindage et accessibilité des installations

[1] Le blindage des locaux d'irradiation, ou le dimensionnement du secteur surveillé se basent sur l'art. 101 ORaP. Ainsi, en tenant compte des paramètres d'utilisation, les valeurs directrices de la dose ambiante suivantes ne doivent pas être dépassées:

a. 0,02 mSv en une semaine dans les locaux hors des secteurs surveillés;

b. 0,1 mSv en une semaine aux endroits à l'extérieur des secteurs surveillés qui ne sont pas prévus pour un séjour durable;

c. 0,1 mSv en une semaine aux endroits à l'intérieur des secteurs surveillés où ne peuvent se tenir que des personnes professionnellement exposées aux radiations.

[2] La fréquence d'utilisation utilisée pour le calcul doit être d'au moins une heure par semaine.

[3] Aux endroits où aucune personne ne peut se tenir durant l'exploitation de l'installation, le débit n'est soumis à aucune limitation.

Art. 17 Documentation concernant la radioprotection architecturale

[1] Pour l'exploitation, dans des locaux d'irradiation, d'installations qui ne sont pas munies de protection totale ou partielle, le requérant doit joindre à la demande d'autorisation des documents concernant la radioprotection architecturale, notamment:

a. un plan des locaux à l'échelle 1:20 ou 1:50 sur lequel figurent la disposition des sources de rayonnement, des orientations possibles et des instruments d'analyse qui sont déterminants pour le calcul des distances;

b. des plans en coupe verticale dans le cas où ceux-ci sont nécessaires pour déterminer les secteurs à protéger;

c. des tableaux de calcul contenant les indications mentionnées à l'annexe 7;

d. une description des dispositifs de signalisation et de sécurité.

[2] La documentation touchant à la radioprotection liée à la construction doit être contrôlée quant à sa conformité par un expert visé à l'art. 11, al. 1, let.f, ORaP. Celui-ci veille à ce que l'exécution de la construction s'effectue conformément à ces directives.

Section 4 Protection des personnes

Art. 18

Sont notamment considérées comme professionnellement exposées aux radiations au sens de l'art. 67 ORaP:

a. les personnes qui utilisent des installations qui ne sont pas munies de protection totale ou partielle;

b. les personnes qui, lors de travaux d'entretien, de réparation et d'ajustement sur des installations munies d'un dispositif de protection totale ou partielle, doivent mettre hors service, totalement ou partiellement, les dispositifs de sécurité.

Section 5 Maintenance, transformation, réparation et contrôle

Art. 19

[1] Les installations doivent être régulièrement révisées selon les indications du fabricant ou du fournisseur et faire l'objet d'un contrôle d'état. Les résultats de ces contrôles doivent être consignés.

[2] Le fonctionnement des dispositifs de sécurité conformément aux prescriptions doit être contrôlé régulièrement. Le contrôle sera d'autant plus fréquent que les normes de sécurité seront sévères.

[3] Dans le cas des installations qui sont peu utilisées ou après une longue interruption de l'exploitation, après des réparations ou des transformations, le contrôle doit être effectué avant la remise en exploitation de l'installation. Les résultats de ces contrôles doivent être consignés.

[4] Après une révision, une réparation ou une transformation de parties de l'installation qui sont déterminantes pour la radioprotection, le respect de la valeur directrice du débit de dose ambiante doit être contrôlé. A cet effet, des instruments adéquats de mesure conformément à l'art. 104 ORaP doivent être disponibles.

Section 6 Dispositions finales

Art. 20 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 31 janvier 2001 sur la radioprotection applicable aux installations non médicales de production de radiations ionisantes[2] est abrogée.

Art. 21 Autorisations existantes

[1] Les titulaires d'autorisations pour l'utilisation d'installations non médicales délivrées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance doivent:

a. respecter les prescriptions de la présente ordonnance lors de l'exploitation des installations;

b. adapter aux nouvelles prescriptions les installations et les équipements mis en service avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

Art. 22 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le ….

… Département fédéral de l'intérieur :

2 [RO **2001** 922]

Alain Berset

Annexe 1
(art. 2)

Définitions

Remarque préliminaire

Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Appareils d'analyse

Dispositifs comprenant des détecteurs de radiation, tels que systèmes de réception de l'image, goniomètres, spectromètres à rayons X utilisés pour l'analyse de matériaux.

Dispositif de protection partielle

Installation dotée d'un blindage qui confine complètement, sauf en ce qui concerne les ouvertures pour les échantillons, les rayonnements primaire, diffusé et parasite produits lors de l'exploitation de l'installation de sorte que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface soit inférieur à 1 μSv par heure et que les limites de dose applicables aux membres du public ne puissent être dépassées à aucun endroit accessible en situation d'exploitation conforme aux prescriptions.

Dispositif de protection totale

Installation dotée d'un blindage qui confine complètement les rayonnements primaire, diffusé et parasite produits lors de l'exploitation de l'installation de sorte que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface soit inférieur à 1 μSv par heure et que les limites de dose applicables aux membres du public ne puissent être dépassées à aucun endroit accessible.

Dispositifs de sécurité

Mesures techniques de sécurité visant à la protection des personnes, notamment dispositifs avertisseurs et interrupteurs de surveillance à l'entrée des locaux d'irradiation, interrupteurs de surveillance aux fenêtres de visualisation par fluorescence, aux ouvertures destinées à l'introduction de matériel, ainsi qu'aux dispositifs de protection et aux blindages qui peuvent être enlevés sans l'aide d'outils.

Endroit où l'on ne séjourne pas durablement

Locaux ou secteurs dans lesquels aucun poste de travail fixe n'est installé ou qui ne sont pas des pièces d'habitation ou de séjour. En font partie les locaux de déshabillage, les toilettes, les archives, les dépôts, les caves et les surfaces de circulation telles que les escaliers, les cages d'ascenseur, les couloirs, les endroits accessibles des installations de production, les trottoirs, les routes, les chantiers, les surfaces vertes, les jardins.

Installations destinées aux techniques de mesure et de réglage

Sont notamment considérées comme des installations destinées aux techniques de mesure et de réglage :

a. les installations de jauge d'épaisseur et de densité;
b. les installations de mesure de position;
c. les installations de mesure de niveau;
d. les jauges de cendres (procédure basée sur le rayonnement rétrodiffusé).

Installations destinées au traitement de matériaux

Sont notamment considérées comme installations destinées au traitement de matériaux:

a. les installations d'implantation ionique;
b. les installations de soudure par faisceau d'électrons.

Installations pour les essais de matériaux

Installations destinées à l'analyse de la composition ou de la microstructure de matériaux et au contrôle non destructif d'objets ou de matériaux.

Interrupteurs de sécurité, à actionnement forcé et ouverture forcée

Interrupteur lié à une position et assurant une fonction de protection des personnes. Il est construit de telle manière que le contact de l'interrupteur ferme un circuit électrique lorsqu'un dispositif de sécurité, un accès ou une fenêtre destinée à l'introduction de matériel est fermé ou en position de sécurité. Lorsque l'on quitte la position de sécurité, une force doit s'appliquer sur l'interrupteur de sécurité qui ouvre le contact (actionnement forcé); de plus, il faut garantir que lors d'une soudure de l'interrupteur à pression, celui-ci ne reste pas fermé ou qu'un interrupteur ouvert ne puisse se fermer par un dysfonctionnement propre ou par une action extérieure (ouverture forcée). Le type de protection de l'interrupteur contre la poussière et l'eau doit correspondre au moins au niveau IP55 selon la norme SN EN-60529:1989, Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP), édition 1991[3].

Local d'irradiation

Local dans lequel sont exploitées de façon stationnaire des installations qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale ou partielle et répondant aux critères de l'art. 101 ORaP.

Paramètres d'exploitation

Données et mode d'exploitation d'une installation qui sont déterminants pour la dose ambiante; il s'agit en particulier de la fréquence effective d'utilisation en heures par semaine, de la tension maximale appliquée au tube radiologique, du courant maximal du tube, des directions possibles du rayonnement, de l'angle d'ouverture du faisceau primaire (diaphragme) et de la distance à la limite externe du local ou du secteur surveillé.

[3] Cette norme peut être obtenue auprès de electrosuisse, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf ou sur Internet à l'adresse www.snv.ch.

Système de sécurité pour les personnes

Un système de sécurité pour les personnes garantit à l'aide de moyens techniques qu'aucune personne ne peut se trouver dans le local d'irradiation durant l'exploitation de l'installation. Sa fiabilité doit correspondre à l'état de la technique.

Annexe 2
(art. 5)

Installations fixes qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale ou partielle et qui sont utilisées dans des secteurs surveillés

1. Installations analytiques à rayons X

1.1. Les dispositifs de commande doivent être placés à l'extérieur de la table d'analyse et leur fonction doit être clairement indiquée.

1.2. Lors du fonctionnement de l'installation avec la tension et le courant maximaux, le débit de dose ambiante ne doit pas dépasser 10 μSv par heure à 10 cm de la surface, notamment des parties suivantes:

a. surface accessible du dispositif de commande;

b. gaine de protection du tube à rayons X;

c. fenêtre d'émission en situation fermée (shutter, clapet de sécurité ou blindages qui ne peuvent être enlevés sans l'aide d'outils);

d. pièces intercalaires protégeant la trajectoire du faisceau;

e. capteur permettant d'absorber le faisceau de radiations;

f. appareils d'analyse sans capteur;

g. blindages supplémentaires de protection.

1.3. Dans le cas où l'appareil d'analyse peut être déplacé ou enlevé sans l'aide d'outils, la fenêtre d'émission doit être maintenue fermée par les deux dispositifs de sécurité suivants, montés de manière fixe sur la gaine de protection du tube:

a. avec un obturateur à actionnement électromécanique (shutter);

b. avec un clapet de sécurité maintenu fermé par une force permanente (par exemple, un ressort).

Cette exigence s'applique aussi aux fenêtres d'émission qui ne sont pas utilisées, si elles ne sont pas munies d'une protection qui ne peut être enlevée qu'à l'aide d'outils.

1.4. Le shutter et le clapet de sécurité doivent garantir que le faisceau primaire ne puisse être libéré que lorsque l'appareil d'analyse est raccordé. Le déplacement de l'appareil d'analyse hors de sa position de travail doit actionner la fermeture automatique du clapet de sécurité et du shutter.

1.5. L'ouverture d'une fenêtre d'émission doit être indiquée par une signalisation lumineuse fixée sur la gaine de protection du tube ou sur la table d'analyse. Pour les installations possédant plusieurs fenêtres d'émission, chaque obturateur disposera de sa propre signalisation lumineuse.

1.6. La signalisation lumineuse peut être équipée d'une source de lumière ou de plusieurs sources indépendantes les unes des autres. Lorsqu'il n'y a qu'une source de lumière, sa coupure doit conduire à la fermeture automatique de la fenêtre d'émission.

1.7. Les appareils d'analyse doivent être raccordés à la gaine de protection du tube de sorte que la trajectoire du rayonnement soit protégée sur toute sa longueur à l'aide de pièces intercalaires, dans la mesure où cela est fonctionnellement possible. Si le faisceau est ouvert sur une longueur de plus de 5 cm, il y a lieu de garantir, à l'aide de dispositifs adéquats (par exemple, une cellule photoélectrique ou une pièce mécanique), qu'aucune partie du corps ne puisse entrer en contact avec le faisceau.

1.8. Durant le fonctionnement de l'installation, les capteurs visant à absorber un faisceau primaire ou secondaire doivent être liés mécaniquement à l'installation. Lorsqu'ils sont escamotables, ils seront maintenus en position de fonctionnement par une force permanente.

1.9. Les dispositifs de protection nécessaires à l'exploitation d'une installation à rayons X doivent être liés mécaniquement à l'installation.

1.10. Lorsque l'on utilise des écrans radioscopiques pour localiser les faisceaux de radiation, ils doivent être munis d'une poignée d'au moins 10 cm de longueur.

1.11. Il y a lieu de disposer d'instruments de mesure du débit de dose.

2. Installations destinées aux techniques de mesure et de réglage

2.1. La valeur directrice du débit de dose ambiante est de 0,5 µSv par heure dans les endroits où des membres du public peuvent séjourner durablement et 2,5 µSv par heure dans les endroits où le séjour n'est pas durable.

2.2. Dans les cas où les débits de dose admissibles indiqués sous ch. 2.1. ne peuvent être respectés, les domaines présentant des débits de dose plus élevés doivent être indiqués clairement. Les personnes qui séjournent régulièrement dans ces domaines durant le fonctionnement des installations sont à considérer comme professionnellement exposées aux radiations et doivent faire l'objet d'une surveillance dosimétrique individuelle.

Annexe 3
(Art. 6)

Tubes à rayons X de puissance limitée tenus à la main

1. Le débit de dose d'un tube à rayons X tenu à la main ne doit pas dépasser 5 mSv/h à 1 m de distance et la tension du tube doit être limitée à 50 kV. La preuve doit en être donnée à l'autorité de surveillance. Sinon l'installation doit remplir les exigences fixées à l'annexe 4.
2. Les installations doivent être protégées contre l'utilisation par une personne non autorisée à l'aide d'un code d'identification personnelle (code PIN) ou d'un interrupteur à clef.
3. Lors de l'utilisation en tenant le tube à rayons X à la main, la libération du faisceau doit être actionnée par une commande à deux mains placée directement sur l'installation.
4. Les installations doivent être munies d'au moins deux dispositifs d'éclairage bien visibles de tous les côtés.
5. Les installations doivent disposer d'éléments de sécurité qui :
   a. permettent de ne libérer le faisceau qu'en présence de l'échantillon; ou
   b. déclenchent automatiquement le faisceau après au maximum 3 secondes en cas de rétrodiffusion insuffisante.
6. L'accessoire pour l'analyse des échantillons doit remplir les exigences applicables à une installation munie d'un dispositif de protection totale.
7. Des mesures techniques et organisationnelles doivent garantir que personne ne séjourne dans le secteur surveillé durant le fonctionnement de l'installation.

Annexe 4
(Art. 7)

Installations mobiles

1. Pour l'utilisation d'installations mobiles, les équipements suivants doivent être à disposition :
   a. du matériel de balisage (piquets, cordes, etc.) ;
   b. des panneaux de signalisation, des feux clignotants ;
   c. le cas échéant du matériel de blindage (par exemple, écrans de protection) ;
   d. pour chacune des personnes participant à l'engagement, un dosimètre avertisseur acoustique adapté au domaine d'énergie en question ;
   e. un instrument de mesure du débit de dose avec affichage direct adapté au domaine d'énergie en question ;
   f. un câble de liaison suffisamment long entre le dispositif de commande (pupitre de commande) et l'installation.
2. Le débit de dose ambiante à 1 m de distance du foyer, avec la fenêtre d'émission en position fermée, ne doit pas dépasser, lors d'une exploitation avec la tension et le courant maximaux, 2,5 mSv par heure pour des tensions jusqu'à 200 kV et 10 mSv par heure pour des tensions supérieures à 200 kV.
3. Le faisceau primaire de l'installation doit être limité au champ utile à l'aide d'un diaphragme.
4. Afin de pouvoir rapidement venir en aide au contrôleur en cas de défaillance, une deuxième personne professionnellement exposée aux radiations doit être présente sur place. Cette personne, désignée pour apporter une assistance, doit être formée de sorte qu'elle soit à même d'utiliser les installations conformément aux règles de radioprotection et de mettre en œuvre les mesures nécessaires à la maîtrise des défaillances.
5. Le lieu du contrôle qui est exposé au rayonnement est à considérer comme un secteur surveillé. Il doit être barré de tous côtés à la distance de sécurité estimée. Lors de la mise en service de l'installation il faut s'assurer, en prenant en considération la fréquence hebdomadaire d'exploitation, que la valeur directrice du débit de dose ambiante n'est pas dépassée au niveau de la barrière.
6. Si, pour des raisons techniques ou organisationnelles, il n'est pas possible d'interdire l'accès au lieu du contrôle de sorte que les limites de la dose ambiante hebdomadaire ne soient pas dépassées (par exemple, sur une route ouverte à la circulation), le contrôle ne peut être effectué qu'après l'assentiment de l'autorité de surveillance.

Annexe 5

(Art. 8, al. 1 et 2)

Installations exploitées dans des locaux d'irradiation

1. Avant la mise en service d'une installation, il faut s'assurer, par des mesures techniques et organisationnelles, qu'aucune personne ne se trouve dans le local d'irradiation.
2. L'installation ne doit pouvoir être mise en service que si les accès sont fermés ou sécurisés. Durant le fonctionnement de l'installation l'accès au local d'irradiation doit être empêché par des dispositifs adéquats.
3. Il doit être possible de quitter à tout moment le local d'irradiation durant le fonctionnement de l'installation. Si, lorsque l'on quitte le local d'irradiation, on doit traverser la zone dangereuse, des dispositifs supplémentaires d'arrêt d'urgence doivent être installés.
4. L'état de fonctionnement de l'installation doit être indiqué dans le local d'irradiation, à tous ses accès ainsi qu'au niveau du dispositif de commande. A l'intérieur du local d'irradiation, l'état de fonctionnement doit être indiqué soit avec un gyrophare soit avec une lampe à éclats. Le fonctionnement des signaux lumineux d'avertissement doit pouvoir être contrôlé depuis l'extérieur du local d'irradiation.
5. Si, pour des raisons techniques ou organisationnelles, la mise en place dans le local d'irradiation de gyrophares ou de lampes à éclats n'est pas possible, un signal acoustique doit indiquer la mise en service et le fonctionnement de l'installation.

Annexe 6
(Art. 8, al. 2)

Installations exploitées dans des locaux d'irradiation et dont l'énergie du rayonnement est supérieure à 1 MeV

Outre les dispositions fixées à l'annexe 5, les exigences suivantes sont applicables:

1. Il faut garantir par des moyens techniques qu'aucune personne ne se trouve dans le local d'irradiation durant le fonctionnement de l'installation. Ceci peut notamment être réalisé par les dispositifs suivants:
   a. interrupteur activé lors d'une ronde de contrôle;
   b. système de sécurité pour les personnes.
2. Les personnes professionnellement exposées aux radiations doivent porter, outre le dosimètre individuel, un dosimètre individuel actif avec dispositif avertisseur.
3. L'autorité de surveillance peut exiger la mise en place de dosimètres d'ambiance pour le contrôle du respect de la dose ambiante indiquée à l'art. 16.
4. L'installation doit pouvoir être interrompue par des interrupteurs d'urgence, en nombre adéquat, placés dans le local d'irradiation.
5. L'accès au local d'irradiation ne doit pouvoir être donné après une irradiation que lorsque le débit de dose ambiante maximal ne dépasse pas 100 μSv par heure dans le domaine accessible.
6. Avant l'aménagement et la mise en service d'installations dont l'énergie est supérieure à 1 MeV, l'autorité de surveillance peut exiger l'établissement d'un rapport de sécurité et son acceptation, conformément à l'art. 139 ORaP.
7. Dans le cas où l'activation de pièces d'accélérateurs est possible, celles-ci doivent être contrôlées du point de vue de leur débit de dose et de leur contamination avant leur démontage ou avant le démantèlement de l'installation. L'art. 118 ORaP s'applique à la libération de pièces activées.

Annexe 7
(Art. 17 , al. 1, let. c)

Exemple de tableau de calcul

Le tableau de calcul indiqué à l'art. 17, al. 1, let. c doit comporter les indications ci-dessous:

a. tension maximale du tube à rayons X;
b. courant maximal du tube à rayons X;
c. fréquence d'utilisation selon l'art. 16, al. 3 en heures par semaine ;
d. affectation des secteurs contigus au local d'irradiation;
e. débits de dose ambiante admissibles dans les secteurs conformément à l'art. 16, al. 1;
f. distances entre la source de rayonnement et le secteur à protéger, en indiquant s'il s'agit du rayonnement primaire (RPr) ou du rayonnement parasite (RPa) ;
g. facteur de réduction nécessaire pour la délimitation du local;
h. matériau utilisé pour la délimitation du local (y compris les portes et les fenêtres), son épaisseur, sa densité et son équivalent en plomb;
i. facteur d'atténuation existant pour la délimitation du local.

a. Tension maximale [kV]		b. Courant maximal [mA]			c. Fréq. d'util. [h/semaine]		Désignation du local	
Désignation de l'installation/générateur:					Etage		Hauteur du local [m]	
Blindage nécessaire					Blindage existant ou planifié			
Pos.	d. Secteur à protéger	e. débit de dose adm. [mSv/sem]	f. RPr [m]	f. RPa [m]	g. Facteur d'atténuation nécessaire	h. Matériau	h. Densité [kg/m^3]	h. Epaisseur [cm]	i. Facteur d'atténuation existant

Ordonnance sur la radioprotection

(ORaP)

de ... projet audition

Le Conseil fédéral suisse,

vu la loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP)[1] et l'art. 83 de la loi fédérale du 20 mars 1981 sur l'assurance-accidents[2],

arrête:

Titre 1 Dispositions générales
Chapitre 1 Objet, champ d'application et définitions

Art. 1 Objet et champ d'application

[1] La présente ordonnance réglemente, en vue de la protection de l'être humain et de l'environnement contre les rayonnements ionisants et la radioactivité:

a. pour les situations d'exposition planifiée:
   1. les autorisations,
   2. l'exposition de la population ainsi que l'exposition à des fins médicales et l'exposition professionnelle,
   3. l'utilisation de sources radioactives et d'installations émettant des radiations ionisantes,
   4. la gestion de déchets radioactifs,
   5. la prévention et la maîtrise de défaillances;
b. pour les situations d'exposition d'urgence, la prévention et la maîtrise des cas d'urgence;
c. pour les situations d'exposition existante, la gestion des héritages radiologiques, du radon, des matières radioactives naturelles ainsi que de la contamination durable après un cas d'urgence;
d. la formation et la formation continue des personnes qui utilisent des rayonnements ionisants ou de la radioactivité;
e. la surveillance et l'expertise apportées par la Commission fédérale de radioprotection.

[2] Elle s'applique aux sources de rayonnements naturelles et artificielles.

1 RS **814.50**

2 RS **832.20**

[3] Elle ne s'applique pas:

a. aux expositions dues aux radionucléides naturellement contenus dans l'organisme humain;

b. aux expositions au rayonnement cosmique à l'exception de l'exposition du personnel navigant;

c. aux expositions en surface dues aux radionucléides présents dans la croûte terrestre non perturbée.

Art. 2 Définitions

Au sens de la présente ordonnance, on entend par:

a. *situation d'exposition planifiée:* situation d'exposition qui résulte de l'exploitation planifiée d'une source de rayonnements ou d'une activité humaine qui modifie les voies d'exposition, de manière à causer l'exposition ou l'exposition potentielle de personnes ou de l'environnement;

b. *situation d'exposition d'urgence:* situation d'exposition, suite à une urgence, qui exige des mesures immédiates pour en éviter ou en réduire les conséquences préjudiciables. Les situations d'exposition d'urgence sont des situations inattendues qui peuvent survenir suite à un accident dans le déroulement d'une situation planifiée ou en tant que conséquence d'une action malveillante ou de toute autre situation inattendue. Dans ces situations, on peut assister à des expositions du public, de personnes professionnellement exposées aux radiations ou de personnes astreintes ainsi qu'à une contamination de l'environnement;

c. *situation d'exposition existante:* situation qui existe déjà lorsqu'une décision doit être prise quant à son contrôle et qui n'exige pas ou n'exige plus de mesures immédiates. Il s'agit notamment de la gestion des héritages radiologiques, du radon, des matières radioactives naturelles ainsi que de la contamination durable après un cas d'urgence;

d. *exposition professionnelle:* exposition subie dans le cadre de l'activité professionnelle. Elle peut concerner les travailleurs salariés, les indépendants, les apprentis et les étudiants;

e. *exposition médicale:* exposition de patients ou d'individus asymptomatiques à des fins diagnostiques ou thérapeutiques dans le but d'améliorer leur santé. En font aussi partie les expositions de personnes soignantes à titre non professionnels en médecine humaine et de personnes participant à des projets de recherche sur l'être humain;

f. *exposition de la population:* exposition de personnes à l'exception des expositions professionnelles et médicales. Elle peut aussi concerner les personnes à leur poste de travail;

g. *matières radioactives naturelles (NORM):* matière radioactive ne contenant aucune quantité significative de radionucléides autres que les radionucléides naturels. Les matières dans lesquelles les concentrations en activité des radionucléides naturels ont été modifiées par un processus quelconque font partie des NORM. Lorsque l'on enrichit des matières radioactives naturelles

pour utiliser leur radioactivité, ils ne sont plus considérés comme des NORM;

h. *rayonnement ionisant:* transport d'énergie sous la forme de particules ou d'ondes électromagnétiques d'une longueur d'ondes inférieure ou égale à 100 nanomètres pouvant ioniser directement ou indirectement un atome ou une molécule;

i. *limite de libération:* valeur de l'activité spécifique d'un matériau radioactif en dessous de laquelle il peut être considéré comme non radioactif. Les valeurs en sont indiquées aux annexes 2 et 3, colonne 9;

j. *limite d'autorisation:* activité absolue d'un matériau radioactif jusqu'à laquelle il peut être utilisé chaque jour sans qu'il soit nécessaire de disposer d'une autorisation. Les valeurs en sont indiquées à l'annexe 3, colonne 10;

k. *valeur directrice:* valeur qui est déduite d'une limite et dont le dépassement implique certaines mesures à prendre ou dont le respect garantit celui de la limite concernée. Les valeurs directrices pour la contamination de l'air (CA) et des surfaces (CS) sont indiquées à l'annexe 3, colonnes 11 et 12;

l. *source de rayonnement:* appareil ou objet contenant des substances radioactives (source radioactive scellée ou non scellée) ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants;

m. *source radioactive scellée:* source qui renferme des substances radioactives et qui est construite de manière à empêcher tout échappement de ces substances dans les conditions usuelles d'emploi, excluant ainsi toute possibilité de contamination;

n. *source radioactive non scellée:* source radioactive qui ne remplit pas les exigences posées à la source scellée. Il s'agit en particulier des sources qui peuvent se disperser et provoquer une contamination;

o. *source radioactive orpheline:* source radioactive dont l'activité est supérieure à la limite de libération, qui ne peut pas être libérée conformément à l'art. 118 et qui n'est plus sous le contrôle de son propriétaire ou du titulaire d'une autorisation. Ceci est le cas lorsqu'une source radioactive a été volée, égarée, remise sans autorisation ou éliminée de façon non conforme;

p. *installations:* forme abrégée de « installations génératrices de rayonnements ionisants ». Equipements ou appareils servant à produire des rayonnements photoniques ou corpusculaires.

[2] Sont aussi applicables à la présente ordonnance:

a. les définitions figurant aux art. 5 à 7, 12, 37, 61, 63, 91, 108, 119, 135, 145 et 159;

b. les définitions de termes techniques indiquées à l'annexe 1 et les définitions dosimétriques indiquées à l'annexe 4.

Chapitre 2 Principes de la radioprotection

Art. 3 Justification

Une activité au sens de l'art. 8 LRaP est justifiée lorsque les avantages qui y sont liés pour l'être humain et l'environnement l'emportent nettement sur les inconvénients dus aux rayonnements et qu'il n'existe pas d'autre solution sans ou avec une minime exposition aux rayonnements.

Art. 4 Optimisation

[1] La radioprotection doit être optimisée dans toutes les situations d'exposition.

[2] Dans le cadre de l'optimisation, les paramètres suivants doivent être réduits autant que possible:

a. la probabilité des expositions;

b. le nombre de personnes exposées;

c. la dose individuelle des personnes exposées.

Art. 5 Limites de dose

Des limites sont fixées sur la somme de toutes les doses qu'une personne reçoit durant une année civile par le biais d'activités ou de sources de rayonnements soumises à autorisation (valeurs limites de dose). Les expositions médicales en sont exclues.

Art. 6 Niveaux de référence

[1] Lorsque les valeurs limites de dose ne peuvent être respectées dans des situations d'exposition existante ou d'exposition d'urgence ou lorsque leur respect impliquerait des ressources disproportionnées ou serait contre-productif, des niveaux de référence s'appliquent.

[2] Les mesures nécessaires sont à prendre afin de garantir le respect des niveaux de référence.

Art. 7 Contraintes de dose

[1] Pour les situations d'exposition planifiée, une dose est fixée pour chaque source d'exposition ou activité pour une personne (contrainte de dose). Cette contrainte doit être fixée pour chaque source de radiations de sorte que la somme des contraintes dues à toutes les sources ne dépasse pas la valeur limite de dose.

[2] Les contraintes de dose sont des instruments d'optimisation. L'état de la science et de la technique est à prendre en considération lors de leur fixation.

[3] Si une contrainte de dose est dépassée, des mesures doivent être prises.

Art. 8 Approche graduée en fonction du risque

Toutes les mesures de radioprotection doivent être proportionnées au risque qui en est à l'origine.

Titre 2 Formation et formation continue

Chapitre 1 Dispositions générales

Art. 9 Personnes qui doivent recevoir une formation, une formation continue ou une instruction

1 Les personnes suivantes doivent recevoir une formation et une formation continue en radioprotection correspondant à leur activité et à leurs responsabilités:

a. les personnes qui utilisent des rayonnements ionisants et qui, dans ce cadre, sont amenées à prendre des mesures de protection personnelle;

b. les personnes qui assument des tâches de radioprotection vis-à-vis de tiers;

c. les experts visés à l'art. 16 LRaP qui sont engagés en vue de la transposition des prescriptions légales en directives internes de radioprotection et de leur contrôle à l'intérieur de l'entreprise;

d. les consultants en radon visés à l'art. 170, al. 1;

e. les personnes qui, dans le cadre de leur activité au sein des autorités, des administrations, dans la protection de la population, dans l'armée ainsi que dans les organisations et entreprises qui exploitent des infrastructures critiques ou des services publics, peuvent être amenées à utiliser des rayonnements ionisants.

2 Les personnes astreintes visées à l'art. 154 doivent, en cas de danger lié à une augmentation de la radioactivité, recevoir une instruction.

3 Le Département fédéral de l'intérieur (DFI), en accord avec l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) et le Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS), peut admettre des dérogations à l'exigence de formation continue dans les cas d'utilisation de rayonnements ionisants présentant un faible risque.

Art. 10 Responsabilité pour la formation, la formation continue et l'instruction

1 Sont responsables de la formation et de la formation continue:

a. pour les personnes visées à l'art. 9, al. 1, let. a à c: les titulaires d'une autoristion;

b. pour les personnes visées à l'art. 9, al. 1, let. e: les autorités, administrations, organisations et entreprises concernées; elles veillent à ce qu'un nombre suffisant de personnes, en fonction de la taille et de la structure de l'entité, soient au bénéfice d'une formation et d'une formation continue.

[2] Les autorités, les administrations, les organisations et les entreprises concernées sont responsables de l'instruction des personnes visées à l'art. 9, al. 2.

[3] Les organismes responsables sont tenus d'organiser les formations continues dans leur entreprise et de les documenter.

[4] Les consultants en radon doivent eux-mêmes veiller à leur formation et à leur formation continue.

Art. 11 Formation

[1] Les personnes visées à l'art. 9, al. 1, let. b à d, doivent être au bénéfice d'une des formations suivantes:

a. une formation reconnue en radioprotection et sanctionnée par un examen;

b. un certificat fédéral de formation ou de formation postgrade dans une profession médicale, ou

c. un certificat fédéral de formation ou de formation postgrade dans une profession médicale et une formation reconnue en radioprotection et sanctionnée par un examen.

[2] Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, définit les personnes qui doivent suivre une formation.

[3] En accord avec l'IFSN et le DDPS, il fixe si la formation des personnes suivantes doit faire l'objet d'une reconnaissance:

a. les personnes visées à l'art. 9, al. 1, let. a;

b. les personnes visées à l'art. 9, al.1, let. e.

Art. 12 Formation continue

[1] La formation continue est axée sur le savoir et les compétences déjà acquises lors d'une formation. Dans ce cadre, le savoir et les connaissances sur l'état de la technique et son application pratique doivent être actualisés et élargis.

[2] Les personnes soumises à l'obligation de formation continue doivent suivre une telle formation tous les cinq ans.

[3] Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS et en tenant compte du niveau de risque, peut:

a. fixer des intervalles de formation continue plus courts ou plus longs;

b. exiger que la formation continue fasse l'objet d'une reconnaissance.

[4] Les autorités de surveillance visées à l'art. 182, al. 1, ou le DDPS peuvent exiger, dans leur domaine de compétence, que l'organisme en charge de la formation continue déclare la réalisation, la forme, le contenu et l'étendue des formations continues des personnes soumises à cette obligation.

Art. 13 Cours de formation et de formation continue

[1] Les autorités de surveillance et l'Institut Paul Scherrer (IPS) organisent au besoin des cours de formation et de formation continue.

2 Les autorités de surveillance peuvent confier à d'autres services ou institutions le soin d'organiser des cours de formation et de formation continue en radioprotection.

3 Le DDPS veille à ce qu'un nombre suffisant de cours de formation et de formation continue soit offert aux personnes astreintes visées à l'art. 9, al. 1, let. e. Il en assure la coordination.

Art. 14 Aide financière

1 L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) et l'IFSN peuvent, dans les limites des crédits disponibles, allouer une aide financière à des tiers qui organisent des cours de formation ou de formation continue en matière de radioprotection, notamment à des écoles, à des organisations professionnelles et à l'industrie.

2 L'aide financière n'est allouée que si la formation ou la formation continue est reconnue par l'autorité de surveillance.

3 L'aide financière est fixée de telle manière que, additionnée aux autres recettes de l'organisateur, elle n'excède pas les frais dûment attestés de ce dernier.

Art. 15 Reconnaissance de formations et de formations continues individuelles

L'autorité de surveillance reconnaît l'équivalence d'une formation ou d'une formation continue individuelle acquise à l'étranger ou en vue d'une autre activité, lorsque cette formation remplit les exigences indiquées au chap. 2.

Art. 16 Banque de données sur la formation et la formation continue

1 Les autorités de surveillance tiennent ensemble une banque de données sur la formation et la formation continue de toutes les personnes astreintes à ces formations, notamment:

a. les personnes qui remplissent les conditions pour exercer la fonction d'expert visée à l'art. 9, al. 1, let. c;

b. les agents de radioprotection et les techniciens en radioprotection visés à l'art. 20, let. b;

c. les autres personnes qui sont soumis à l'obligation de formation continue conformément à l'art. 19, let. b;

d. les consultants en radon visés à l'art. 170, al. 1.

2 La banque de données a pour but:

a. de fournir les informations nécessaires concernant la formation et la formation continue des personnes concernées en vue de l'octroi des autorisations;

b. de simplifier les procédures administratives lors de l'octroi des autorisations;

c. de simplifier les activités de surveillance des autorités dans le domaine de la formation et de la formation continue individuelles.

3 Les données ci-après sont consignées dans la banque de données:

a. noms, noms antérieurs et prénoms;

b. date de naissance;

c. lieu d'origine (pour les étrangers: lieu de naissance et nationalité);

d. formation professionnelle;

e. nature, lieux et dates des formations en radioprotection;

f. nature, lieux et dates des formations continues en radioprotection;

g. date de la reconnaissance de l'équivalence pour les formations et les formations continues visées à l'art. 15.

[4] Les collaborateurs qualifiés des autorités de surveillance sont habilités à traiter en ligne les informations concernant les personnes appartenant à leur domaine de surveillance.

[5] Les institutions qui offrent des cours de radioprotection reconnus peuvent saisir et consulter en ligne les données des personnes qui ont suivi une formation ou une formation continue auprès d'elles. Elles peuvent modifier, pour les personnes concernées, les données touchant aux cours qu'elles organisent elles-mêmes.

[6] Les informations concernant une personne sont effacées de la banque de données au plus tard 100 années après leur dernière formation ou formation continue, respectivement après leur dernière activité en tant qu'expert conformément à l'art. 9, al. 1, let.c.

Art. 17 Autorités de reconnaissance

[1] Les autorités suivantes reconnaissent les cours de formation et de formation continue dans les domaines énoncés ci-après:

a. l'OFSP: pour les domaines de la médecine, de l'enseignement et de la recherche;

b. l'IFSN: pour le domaine des installations nucléaires;

c. la Caisse nationale suisse en cas d'accidents (Suva): pour les domaines de l'industrie et de l'artisanat;

d. le Secrétariat Général du Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (SG DDPS) pour les personnes qui peuvent être amenées à utiliser des rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité au sein des autorités, des administrations, dans la protection de la population, dans l'armée ainsi que dans les organisations et entreprises qui exploitent des infrastructures critiques ou des services publics.

[2] L'OFSP, l'IFSN, la Suva et le SG DDPS se concertent en cas de doute concernant la compétence touchant à la reconnaisssance.

[3] Les cours de formation proposés par une autorité de reconnaissance doivent être reconnus par une autre autorité.

Chapitre 2 Contenus de la réglementation

Art. 18 Contenus généraux de la réglementation

[1] Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, réglemente les formations et les formations continues. Il fixe notamment:

a. les buts, les exigences et l'étendue de la formation et de la formation continue en radioprotection;

b. les compétences et les connaissances à acquérir pour les personnes visées à l'art. 9;

c. es formations et formations continues soumises à reconnaissance visées aux art. 11, 12, 13, 15 et 17 à 20;

d. les conditions de reconnaissance des formations et des formations continues visées à la let. c;

e. le contenu et la procédure des examens;

f. les activités autorisées aux personnes ayant suivi une formation et une formation continue en radioprotection et soumises à reconnaissance.

[2] Il réglemente, en accord avec l'IFSN et le DDPS, l'instruction des personnes astreintes visées à l'art. 154. Il fixe notamment:

a. les buts de l'instruction;

b. les activités que les personnes peuvent exercer sur la base de leur instruction en radioprotection.

Art. 19 Contenus de la réglementation en médecine

[1] Le DFI réglemente les exigences s'appliquant à la formation et à la formation continue en radioprotection des personnes suivantes qui sont responsables de la radioprotection de patients ou d'animaux:

a. les personnes qui prescrivent des applications diagnostiques de rayonnements ionisants en médecine humaine et en chiropratique;

b. les médecins qui réalisent des applications thérapeutiques ou diagnostiques à l'aide de sources de rayonnements;

c. les médecins-dentistes;

d. les chiropraticiens;

e. les médecins-vétérinaires.

[2] Il réglemente les exigences s'appliquant à la formation et à la formation continue des personnes suivantes également actives en radioprotection dans le domaine médical:

a. les physiciens médicaux;

b. les assistants en médecine vétérinaire (CFC);

c. les assistants dentaires (CFC);

d. les hygiénistes dentaires diplômés d'une école supérieure (ES);

e. les assistants médicaux (CFC);

f. les techniciens en radiologie médicale diplômés (ES);

g. les personnes au bénéfice d'un diplôme de bachelor en radiologie médico-technique;

h. les techniciens en salle d'opération diplômés (ES), infirmiers en salle d'opération disposant d'un certificat de capacité délivré par l'Association suisse des infirmiers et infirmières (ASI).

3 Les personnes suivantes, lorsqu'elles ont acquis la formation correspondante en radioprotection et qu'elles satisfont à l'obligation de formation continue, remplissent les conditions pour exercer la fonction d'expert visée à l'art. 16 LRaP dans leur domaine d'activité:

a. les médecins et les chiropraticiens titulaires du titre postgrade fédéral correspondant;

b. les médecins-dentistes et les vétérinaires titulaires du diplôme fédéral correspondant;

c. les physiciens médicaux au bénéfice de la formation correspondante;

d. les techniciens en radiologie médicale (TRM) et les personnes titulaires d'un diplôme de bachelor en radiologie médico-technique et au bénéfice de le formation équivalente.

Art. 20 Contenus de la réglementation pour les domaines autres que la médecine

1 Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, réglemente les exigences s'appliquant à la formation et à la formation continue en radioprotection des personnes suivantes:

a. les experts en radioprotection ainsi que les personnes utilisant des rayonnements ionisants dans les domaines de l'industrie, de l'artisanat, de l'enseignement et de la recherche;

b. les agents de radioprotection et les techniciens en radioprotection actifs dans les installations nucléaires et à l'IPS;

c. les consultants en radon;

d. les personnes qui peuvent être amenées à utiliser des rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité au sein des autorités, des administrations, dans la protection de la population, dans l'armée ainsi que dans les organisations et entreprises qui exploitent des infrastructures critiques ou des services publics.

Titre 3 Situations d'exposition planifiée
Chapitre 1 Autorisations
Section 1 Régime de l'autorisation

Art. 21 Activités et sources de rayonnements soumises à autorisation

[1] Sont soumises à autorisation les activités indiquées à l'art. 28 LRaP ainsi que:

a. la gestion de déchets, de résidus ou de matériaux à recycler qui peuvent contenir des sources radioactives orphelines (art. 116);

b. l'engagement de personnes professionnellement exposées aux radiations conformément à l'art. 63, al. 1, dans leur propre entreprise ou dans une autre que la leur, à l'intérieur du pays ou à l'étranger;

c. l'exécution de mesures d'assurance de qualité sur les installations, sur les appareillages de mesure et d'examen en médecine nucléaire ou sur les systèmes de réception et de restitution d'images en radiodiagnostic;

d. la réutilisation d'héritages radiologiques conformément à l'art. 160, al. 2.

[2] Sont également soumises à autorisation les autres activités associées à l'utilisation de NORM si cette utilisation peut conduire à une dose aux membres du public qui n'est pas négligeable du point de vue de la radioprotection, notamment:

a. en cas de contamination de l'eau de boisson pouvant conduire à une dose efficace supplémentaire de plus de 100 □Sv par an pour des membres du public;

b. en cas de dépassement d'une limite de libération visée à l'annexe 2.

[3] Sont également soumises à autorisation les sources de rayonnements visées à l'art. 29, let. c, LRaP.

Art. 22 Exceptions au régime de l'autorisation

Sont soustraits au régime de l'autorisation:

a. l'utilisation de substances radioactives solides ou liquides:
   1. dont l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération, ou
   2. dont l'activité absolue est inférieure à la limite d'autorisation;

b. l'utilisation de substances radioactives sous forme gazeuse dont l'activité absolue est inférieure à la limite d'autorisation;

c. l'utilisation de produits de consommation qui contiennent des substances radioactives ayant une activité absolue inférieure à l'activité de 1 kg d'une substance dont l'activité spécifique correspond à la limite de libération;

d. le transport de substances dont les concentrations radioactives sont inférieures à celles des substances exceptées ou aux limites d'activité des colis exceptés qui sont fixées:

1. à l'annexe A, sous-section 2.2.7.2, tableaux 2.2.7.2.2.1 et 2.2.7.2.2.2, de l'Accord européendu 30 septembre 1957 relatif au transport international des matières dangereuses (ADR)[3] et dans l'ordonnance du 29 novembre 2002 relative au transport des marchandises dangereuses par route (SDR)[4], et
2. dans le règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID) selon l'annexe C, sous-section 2.2.7.2., tableaux 2.2.7.2.2.1 et 2.2.7.2.2.2, du protocole du 3 juin 1996 portant modification de la Convention du 9 mai 1980 relative aux transports internationaux ferroviaires (COTIF)[5] et dans l'ordonnance du 31 octobre 2012 sur le transport de marchandises dangereuses par chemin de fer et par installation à câbles[6];

e. le transport de substances radioactives comme colis exceptés:
1. selon l'annexe A, section 3.2.1, tableau A (numéros ONU 2908, 2909, 2910, 2911et 3507), ADR et le SDR,
2. selon la section 3.2.1, tableau A (numéros ONU 2908, 2909, 2910, 2011 et 3507), RID et le RSD,
3. selon l'art. 16 de l'ordonnance du 17 août 2005 sur l'ordonnance sur le transport aérien (OTrA)[7],
4. selon l'ordonnance du 2 mars 2010 mettant en vigueur l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures[8];

f. le transport aérien de substances radioactives (numéros ONU 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2915, 2916, 2978, 3321, 3322, 3332 et 3507 selon l'annexe 18 de la Convention du 7 décembre 1944 relative à la navigation civile internationale[9] et des prescriptions techniques y relatives[10]);

3 RS 0.741.621 Lles annexes de l'ADR ne sont publiées ni dans le RS ni dans le RO. Elles peuvent être consultées gratuitement sur les pages Internet de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU) à l'adresse www.unece.org > Legal Instruments and Recommendations > ADR. Des tirés à part peuvent être obtenus contre paiement auprès de l'Office fédéral des constructions et de la logistique, Vente des publications fédérales, 3003 Berne.

4 RS 741.621

5 RS 0.742.403.12 lLes annexes de l'ADR ne sont publiées ni dans le RS ni dans le RO. Elles peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'organisation intergouvernementale pour les transports internationaux ferroviaires à l'adresse www.otif.org/fr/publications/rid-2015.html. Des tirés à part peuvent être obtenus contre paiement auprès de l'Office fédéral des constructions et de la logistique, Vente des publications fédérales, 3003 Berne.

6 RS 742.412

7 RS 748.411

8 RS 747.224.141

9 RS 0.748.0**.** Cette annexe n'est publiée ni dans le RO, ni dans le RS. Elle peut être consultée gratuitement sur le site Internet de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) à l'adresse http://www.bazl.admin.ch/dokumentation/grundlagen/index.html?lang=fr _ou obtenue contre paiement auprès de l'Organisation de l'aviation civile internationale, Groupe de la vente des documents, 999, rue de l'Université Montréal, Québec, Canada H3C 5H7.

10 Les prescriptions techniques ne sont publiées ni dans le RO, ni dans le RS. Elles peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) à l'adresse http://www.bazl.admin.ch/dokumentation/grundlagen/index.html?lang=fr _ ou obtenues contre paiement auprès de l'Organisation de l'aviation

g. la commercialisation, l'utilisation, le stockage, le transport, l'élimination, de même que l'importation, l'exportation et le transit, de montres prêtes à l'usage contenant des substances radioactives, si elles satisfont aux normes ISO11 3157[12] et 4168[13], et de 1000 composants de montres au plus contenant de la peinture luminescente radioactive;

h. l'utilisation d'émetteurs parasites, lorsque le débit de dose ambiante à une distance de 10 cm de la surface ne dépasse pas 1 µSv/h[14];

i. l'utilisation de minerais et de collections de minéraux et de pierres dont l'activité spécifique est inférieure à 100 fois la limite de libération pour l'uranium et le thorium naturels ou si ceux-ci présentent une quantité de thorium naturel inférieure à 10 g ou une quantité d'uranium naturel inférieure à 100 g;

j. l'utilisation de sources de rayonnements qui ont reçu une autorisation de type;

k. les activités et sources de rayonnements soumises à une autorisation en vertu de la loi du 21 mars 2003 sur l'énergie nucléaire (LENu)[15];

l. l'engagement par des compagnies aériennes de personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

Section 2 Procédure d'autorisation

Art. 23 Autorités délivrant les autorisations

[1] L'OFSP est, sous réserve de l'al. 2, l'autorité délivrant les autorisations pour toutes les activités et sources de rayonnements soumises à autorisation visées par la présente ordonnance.

[2] L'IFSN est l'autorité délivrant les autorisations pour:

a. les activités dans les installations nucléaires qui ne font pas l'objet d'une autorisation conformément à la LENu[16];

b. les essais avec des substances radioactives dans le cadre des études géologiques au sens de l'art. 35 LENu;

civile internationale, Groupe de la vente des documents, 999, rue de l'Université Montréal, Québec, Canada H3C. 5H7. Elles peuvent aussi être consultées gratuitement en français et en anglais dans les services d'information des aéroports. Elles ne sont traduites ni en allemand ni en italien.

11 Organisation internationale de normalisation. Les normes techniques ISO citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement auprès de l'Office fédéral de la santé publique ou être obtenues contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, www.snv.ch

12 ISO 3157. Edition 1991-11. Radioluminescence pour les instruments horaires - Spécification.

13 SN ISO 4168. Edition 2003-09, Instruments horaires - Conditions d'exécution des contrôles des dépôts radioluminescents.

14 Sv = Sievert; mSv = Millisievert; µSv = Microsievert

15 RS 732.1

16 RS **732.1**

c. l'importation et l'exportation de substances radioactives en provenance ou à destination d'installations nucléaires;

d. le transport de substances radioactives en provenance ou à destination d'installations nucléaires.

Art. 24 Demandes d'autorisation

1 Les demandes d'autorisation ou de renouvellement d'autorisation doivent être présentées, accompagnées de la documentation requise, à l'autorité délivrant les autorisations.

2 Les requérants étrangers doivent indiquer une adresse de notification en Suisse.

3 L'autorité de surveillance peut exiger de surcroît une analyse de risque dans le cas où celui-ci est élevé.

4 Le DFI et l'IFSN peuvent édicter des dispositions concernant la documentation et les justificatifs requis dans leur domaine de compétence respectif.

Art. 25 Procédure ordinaire d'autorisation

1 L'autorité délivrant les autorisations évalue dans le cadre de la procédure ordinaire les activités et les sources de rayonnements soumises à autorisation, sous réserve des art. 26 et 27.

2 Elle contrôle si la documentation jointe à la demande d'autorisation est complète et elle en vérifie la forme, le contenu et l'étendue.

3 Elle décide si des contraintes de dose liée à la source sont nécessaires et en fixe les valeurs dans l'autorisation.

Art. 26 Procédure simplifiée d'autorisation

1 L'OFSP peut examiner dans le cadre de la procédure simplifiée les activités soumises à autorisation pour lesquelles le niveau de danger pour l'être humain et pour l'environnement est faible. Ceci concerne notamment:

a. les applications médicales dans le domaine des faibles doses (art. 37, al. 1);

b. l'exploitation d'installations munies d'une protection totale ou partielle;

c. l'utilisation de sources radioactives scellées dont l'activité est inférieure à cent fois la limite d'autorisation.

2 Dans le cadre de la procédure simplifiée, il contrôle seulement si la documentation jointe à la demande d'autorisation est complète et il en vérifie la forme.

Art. 27 Autorisation de type pour les sources de rayonnements

1 L'OFSP peut délivrer une autorisation de type pour les sources de rayonnements qui présentent un niveau de danger particulièrement faible pour l'être humain et pour l'environnement, notamment lorsque:

a. des mesures touchant la construction empêchent que des personnes soient exposées aux rayonnements ou contaminées de façon inadmissible;

b. la livraison au centre fédéral de ramassage à titre de déchets radioactifs à l'issue de la durée d'utilisation, dans la mesure où elle est nécessaire, est assurée, et

c. le débit de dose ambiante à une distance de 10 cm de la surface ne dépasse pas 1 □Sv/h.

2 L'OFSP contrôle que la documentation jointe à la demande d'autorisation soit complète et il en vérifie la forme, le contenu et l'étendue.

3 Il soumet à un essai de type les sources de rayonnements prévues dans le cadre de l'autorisation de type. A cet effet, il peut faire appel à d'autres services.

4 Lors de l'octroi d'une autorisation de type, il détermine:

a. les conditions auxquelles les sources radioactives peuvent être utilisées comme des substances inactives;

b. si et de quelle manière, à l'issue de la durée d'utilisation, les sources radioactives doivent être livrées au centre fédéral de ramassage à titre de déchets radioactifs;

c. si les sources de rayonnements doivent être munies d'une vignette définie par ses soins et la manière d'apposer celle-ci.

Art. 28 Limitation de la validité et notification

1 L'autorité délivrant les autorisations limite à dix ans au maximum leur durée de validité.

2 Elle communique sa décision au requérant, aux cantons concernés et à l'autorité de surveillance.

Art. 29 Manière de procéder en cas d'ambiguïtés concernant la compétence dans la procédure d'autorisation

1 Lorsqu'une activité concerne les deux autorités délivrant les autorisations, les procédures peuvent être regroupées.

2 L'autorité qui, sur la base de la documentation jointe à la demande, est principalement concernée, est considérée comme autorité directrice.

3 L'autorité directrice fixe la procédure en accord avec l'autre autorité.

Art. 30 Banque de données des autorisations

1 L'OFSP gère une banque de données concernant les autorisations délivrées conformément à la présente ordonnance.

2 La banque de données a pour but:

a. de mettre à disposition les informations nécessaires à l'octroi des autorisations;

b. de simplifier les procédures administratives lors de l'octroi des autorisations;

c. de simplifier les activités de surveillance des autorités compétentes.

[3] Les données suivantes concernant le titulaire de l'autorisation peuvent y être enregistrées:

a. dans le cas d'une personne physique: noms, prénoms et noms antérieurs; dans le cas d'une personne morale: entreprise de la personne morale;

b. adresse du domicile ou de l'entreprise;

c. dans le cas d'une personne physique: fonction et titre académique;

d. numéros de téléphone;

e. adresses de communication électronique:

f. catégorie d'entreprise;

g. données visées à l'art.16 concernant les experts en radioprotection;

h. numéro d'identification de l'entreprise (IDE).

[4] Des données techniques concernant les sources de rayonnements peuvent être de surcroît enregistrées dans la banque de données.

[5] Les autorisations individuelles d'accès suivantes sont applicables:

a. les collaborateurs de la division Radioprotection de l'OFSP, de la division compétente de l'IFSN ainsi que du secteur Physique de la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (Suva) sont habilités à traiter les données conformément au règlement de traitement;

b. les titulaires d'autorisation enregistrés sont habilités à consulter, au moyen d'une procédure d'appel, leurs autorisations ainsi que les données les concernant figurant dans la banque de données, et à y déposer des demandes de modification;

c. Les responsables d'applications visant à la révision, l'entretien et la programmation obtiennent un accès aux données dans la mesure où cela est nécessaire à l'accomplissement de leur mission.

[6] Les informations enregistrées sont effacées de la banque de données 100 années après le retrait ou l'extinction de l'autorisation.

Section 3 Devoirs incombant aux titulaires d'une autorisation

Art. 31 Devoirs touchant à l'organisation

[1] Le titulaire d'une autorisation doit attribuer à l'expert, en vue de l'accomplissement de ses tâches, les compétences nécessaires et lui mettre à disposition les moyens indispensables.

[2] Il doit en outre:

a. établir pour son entreprise des directives sur les méthodes de travail et sur les mesures de protection à prendre, et surveiller leur application;

b. fixer par écrit les attributions des différents supérieurs hiérarchiques et des experts ainsi que celles des personnes qui utilisent des sources de rayonnements.

[3] Si le titulaire de l'autorisation fait intervenir, à titre de personnes professionnellement exposées aux radiations, du personnel d'entreprises prestataires de services ou d'autres entreprises, il doit attirer l'attention desdites entreprises sur les prescriptions applicables en matière de radioprotection.

Art. 32 Devoir d'information

Le titulaire d'une autorisation doit veiller à ce que toutes les personnes présentes dans l'entreprise soient dûment informées sur les dangers que l'utilisation des rayonnements ionisants peut présenter pour leur santé.

Art. 33 Obligation de notification

[1] Le titulaire d'une autorisation doit notifier à l'autorité de surveillance tous les changements ayant une incidence sur l'autorisation.

[2] Il doit notamment notifier les modifications suivantes avant de les entreprendre:

a. les modifications de puissance de l'installation, des données architecturales, de celles liées à la construction et de la direction du faisceau (art. 35, al. 1, let. a, LRaP);

b. le changement de l'expert en radioprotection (art. 32, al. 2, LRaP).

[3] La perte ou le vol d'une source radioactive d'une activité supérieure à la limite d'autorisation doit être notifiée immédiatement à l'autorité de surveillance.

Chapitre 2 Exposition du public

Art. 34 Limites de dose applicables à l'exposition du public

[1] La dose efficace visée à l'annexe 4, ch. 1, ne doit pas dépasser la limite de 1 mSv par année civile.

[2] En outre, la dose équivalente visée à l'annexe 4, ch. 1, ne doit pas dépasser les limites suivantes:

a. pour le cristallin: 15 mSv par année;

b. pour la peau: 50 mSv par année.

Art. 35 Détermination des doses au voisinage des entreprises au bénéfice d'une autorisation de rejet de déchets radioactifs dans l'environnement

[1] L'autorité délivrant les autorisations peut exiger que les entreprises au bénéfice d'une autorisation de rejet de substances radioactives dans l'environnement conformément aux art. 122 à 128 déterminent annuellement la dose reçue par les membres du public les plus exposés aux substanes rejetées par l'entreprise.

[2] Pour son domaine de surveillance, l'IFSN fixe dans une directive les modalités de détermination des doses de rayonnements.

3 Pour son domaine de surveillance, l'OFSP peut fixer des modalités analogues dans l'autorisation.

Art. 36 Limites d'immission

1 Les concentrations de substances radioactives dans l'air aux endroits accessibles en dehors de l'enceinte des entreprises ne doivent pas dépasser en moyenne annuelle les limites d'immission dans l'air (LI_{air}) indiquées à l'annexe 7.

2 Les concentrations de substances radioactives dans les eaux accessibles au public ne doivent pas dépasser en moyenne hebdomadaire les limites d'immission pour les eaux (LI_{eaux}) indiquées à l'annexe 7.

3 Le rayonnement externe en dehors de l'enceinte de l'entreprise ne doit pas conduire à des doses ambiantes supérieures à 5 mSv par année.

4 Il faut en outre garantir que les doses ambiantes dues au rayonnement externe dans les locaux d'habitation, de séjour et de travail demeurent basses de sorte qu'en tenant compte de la durée de séjour, elles ne puissent entraîner un dépassement d'une limite de dose pour l'exposition du public ou des contraintes de dose liées à la source.

Chapitre 3 Expositions médicales

Section 1 Domaines des doses en imagerie médicale

Art. 37

Les expositions médicales se situent:

a. dans le domaine des faibles doses lorsqu'elles conduisent à une dose efficace délivrée au patient inférieure à 1 mSv; en font notamment partie les clichés dentaires, ceux du thorax et ceux des extrémités;

b. dans le domaine des doses modérées lorsqu'elles conduisent à une dose efficace délivrée au patient, située entre 1 mSv et 5 mSv; en font notamment partie les examens de la colonne vertébrale, du bassin et de l'abdomen de même que certains examens tomodensitométriques comportant une seule phase;

c. dans le domaine des doses élevées lorsqu'elles conduisent à une dose efficace délivrée au patient supérieure à 5 mSv; en font notamment partie la plupart des examens de tomodensitométrie et de médecine nucléaire ainsi que les actes de radiologie interventionnelle.

Section 2 Justification en médecine

Art. 38 Justification de base

Les expositions médicales sont considérées en principe comme justifiées, sous réserve des art. 39 et 40.

Art. 39 Justification de procédures diagnostiques ou thérapeutiques

1 Préalablement à son application généralisée, une procédure diagnostique ou thérapeutique doit être justifiée.

2 La justification des procédures diagnostiques ou thérapeutiques existantes doit faire l'objet d'un contrôle lorsque de nouvelles connaissances importantes sur leur efficacité ou leurs conséquences sont disponibles.

3 La Commission fédérale de protection contre les radiations (CPR) élabore, en collaboration avec les associations professionnelles et les organisations spécialisées, des recommandations concernant la justification des procédures visées aux al. 1 et 2 et les publie[17].

Art. 40 Justification de l'application à un individu

1 Chaque application doit être justifiée préalablement par le médecin qui la réalise, en tenant compte des objectifs de l'exposition et des caractéristiques individuelles du patient.

2 Quiconque prescrit ou réalise des applications doit tenir compte des informations diagnostiques disponibles et du passé médical du patient, ceci afin d'éviter toute exposition inutile.

3 Les hôpitaux, les instituts de radiologie et les médecins prescripteurs doivent établir des directives de prescription et les appliquer. Ces directives doivent se baser sur les directives ou les recommandations nationales ou internationales.

4 Le médecin qui réalise une application doit au préalable la justifier, en tenant compte des objectifs de l'exposition et des caractéristiques de la personne concernée.

5 Dans le cas où une procédure diagnostique ou thérapeutique n'est pas justifiée au sens de l'art. 39, elle peut cependant, selon les circonstances, l'être en tant que procédure individuelle spécifique au patient. Ceci doit être justifié et documenté dans le cas d'espèce par le médecin qui la réalise.

Art. 41 Examens radiologiques de dépistage

1 Un examen radiologique de dépistage est un examen radiologique effectué systématiquement sur un grand nombre de personnes sans indication individuelle. Les examens préventifs de médecine du travail n'entrent pas dans cette catégorie.

2 Les examens radiologiques de dépistage ne sont autorisés que dans le cadre d'un programme. Ils doivent être organisés à l'initiative d'une autorité de santé publique.

3 Ils doivent satisfaire aux critères de qualité fixés par l'autorité sanitaire responsable du programme.

17 www.bag.admin.ch/ksr-cpr

Art. 42 Procédures d'imagerie appliquées à l'être humain à des fins non médicales

1 Les activités qui sont associées à une exposition à des fins d'imagerie non médicale doivent préalablement faire l'objet d'une justification prenant en compte les objectifs poursuivis et les caractéristiques de la personne concernée.

2 Les expositions dans les domaines des doses modérées ou élevées sont interdites dans le cas des examens d'aptitude.

3 Dans le cas d'une exposition à la demande d'une autorité de poursuite pénale, de sécurité ou douanière, la procédure d'imagerie doit être réalisée en utilisant la dose la plus faible possible permettant toutefois de répondre à la question posée. Dans le cas où l'exposition ne peut être réalisée dans les limites des faibles doses, ceci doit être justifié et documenté.

4 Lorsque des expositions sont réalisées de manière routinière pour des motifs de sécurité, les personnes examinées doivent avoir la possibilité de choisir une autre technique d'examen sans exposition aux radiations ionisantes.

Section 3 Optimisation en médecine

Art. 43 Optimisation des expositions médicales

1 Lors des examens en radiologie diagnostique et interventionnelle ainsi qu'en médecine nucléaire, le titulaire de l'autorisation doit maintenir toutes les doses d'exposition au niveau le plus faible que le permet l'obtention de l'information recherchée.

2 Lors de toutes les expositions thérapeutiques, il doit établir une planification dosimétrique individualisée du volume cible. Les doses appliquées aux organes à risque doivent être maintenues au niveau le plus faible possible, en prenant toutefois en compte le but radiothérapeutique visé.

3 La procédure d'optimisation visant la protection du patient comprend notamment:

a. le choix de l'équipement approprié, y compris celui des logiciels;

b. une démarche visant à assurer le maintien de la qualité de l'information diagnostique ou du succès thérapeutique;

c. le respect des aspects pratiques de la procédure;

d. l'assurance de qualité;

e. l'enregistrement et l'évaluation de la dose au patient ou de l'activité administrée;

f. l'utilisation de paramètres de réglage ou de radionucléides appropriés;

g. l'utilisation de détecteurs sensibles, et

h. l'utilisation, sur chaque installation médicale, des moyens nécessaires à la protection du patient.

4 La procédure d'optimisation ne doit pas conduire à une augmentation des doses pour le personnel.

[5] Le DFI peut édicter des dispositions sur l'optimisation technique liées à la protection du patient.

Art. 44 Obligation de documentation

Le titulaire de l'autorisation doit documenter toutes les expositions thérapeutiques et diagnostiques dans les domaines des doses modérées et élevées et en mammographie de façon que l'on puisse déterminer après coup la dose de rayonnements reçue par le patient.

Art. 45 Enquête sur les doses de rayonnements d'origine médicale

[1] L'OFSP recense régulièrement, toutefois au moins tous les dix ans, les doses de rayonnements dues à l'exposition médicale de la population.

[2] Il peut exiger, de la part du titulaire de l'autorisation, la mise à disposition de données concernant les applications thérapeutiques, diagnostiques, interventionnelles et de médecine nucléaire. Cela concerne notamment:

a. la date, la nature et la région anatomique concernée par l'application;

b. les paramètres d'exposition;

c. les valeurs de dose ou d'activité;

d. les spécifications de l'installation;

e. le sexe, l'âge, la taille et le poids du patient;

f. le nombre d'applications réalisées, subdivisées selon la nature de l'examen et la région anatomique.

[3] Il peut mandater des tiers pour l'établissement de statistiques. A cet effet, il leur transmet les données nécessaires.

Art. 46 Niveaux de référence diagnostiques

[1] L'OFSP publie des recommandations, sous la forme de niveaux de référence diagnostiques, concernant la dose de rayonnements lors des examens diagnostiques, interventionnels et de médecine nucléaire.

[2] A cet effet, il effectue des enquêtes nationales concernant les données collectées selon l'art. 45, al. 2, prend en compte les recommandations internationales et publie les résultats.

[3] Le titulaire de l'autorisation doit régulièrement analyser sa pratique et justifier les écarts par rapport aux niveaux de référence diagnostiques.

Art. 47 Engagement de physiciens médicaux

[1] Lors d'expositions médicales, le titulaire de l'autorisation doit faire appel à un physicien médical. L'étendue de l'engagement de celui-ci dépendra du risque radiologique de l'application. Les règles suivantes s'appliquent:

a. le physicien médical doit collaborer étroitement lors des applications radiothérapeutiques; en sont exceptés les traitements standardisés en médecine nucléaire;

b. le physicien médical doit être impliqué lors des applications standardisées en médecine nucléaire et en tomodensitométrie, lors des applications de radiologie interventionnelle de même que lors des radioscopies dans le domaine des doses modérées;

c. le physicien médical doit être impliqué à la demande de l'autorité de surveillance lors des applications complexes au niveau technologique ou lors de l'utilisation de nouvelles techniques d'examens dans les domaines des doses modérées et faibles.

2 Le DFI fixe l'étendue de l'engagement du physicien médical dans les domaines spécifiques d'application.

Art. 48 Personnes soignantes à titre non professionnel

1 Le titulaire de l'autorisation doit veiller à ce que les personnes qui participent à titre non professionnel à l'assistance et aux soins de patients soient informées sur leur exposition et sur les risques associés.

2 Une contrainte de 5 mSv en dose efficace par année est applicable aux personnes soignantes à titre non professionnel.

3 Lorsqu'un dépassement de la contrainte de dose est constaté, le titulaire de l'autorisation doit en informer la personne concernée**.**

4 Le DFI peut fixer des contraintes de dose spécifiques pour des procédures médicales particulières.

Section 4 Patients

Art. 49 Information et consentement du patient

Les patients doivent être informés sur les risques et les bénéfices de leur exposition médicale.

Art. 50 Pédiatrie

L'exposition d'enfants à des fins médicales doit être réalisée en utilisant des paramètres d'exposition optimisés pour ce groupe de patients. A cet effet, il faut notamment tenir compte de:

a. la constitution de l'enfant;

b. sa sensibilité aux rayonnements;

c. la possibilité d'utiliser des accessoires techniques particuliers.

Art. 51 Patientes enceintes ou allaitantes

1 Lors d'expositions dans les domaines des doses modérées ou élevées de même que lors des expositions thérapeutiques, le médecin qui réalise l'application doit vérifier si la patiente est enceinte.

2 En cas de grossesse ou lorsque celle-ci ne peut être exclue, il convient, dans le cadre de la justification, d'examiner avec soin cet élément au regard de la nécessité de l'exposition. Lors de l'optimisation, il faut prendre en compte la dose délivrée à l'enfant à naître aussi bien que celle délivrée à la mère.

3 Si l'utérus de la patiente enceinte est situé dans la région examinée, la dose à l'utérus doit être documentée.

4 Lors d'expositions en médecine nucléaire, les femmes qui allaitent doivent être informées de la nécessité d'une éventuelle interruption de l'allaitement associée à la contamination du lait maternel et de la durée de cette interruption.

Section 5 Audits cliniques en médecine humaine

Art. 52 Audits cliniques

1 Le but des audits cliniques est de garantir que les expositions médicales sont justifiées et optimisées et que la qualité et les résultats des soins donnés aux patients s'améliorent de façon continue.

2 Les audits cliniques comprennent la vérification systématique des procédures concernant le patient et le personnel lors des applications radiologiques en diagnostic et en thérapie avec des rayonnements ionisants.

3 Ils doivent être réalisés pour les applications médicales de rayonnements suivantes:

a. en tomodensitométrie;

b. en médecine nucléaire;

c. en radiooncologie;

d. lors de procédures diagnostiques ou thérapeutiques interventionnelles assistées par radioscopie.

4 L'OFSP peut faire effectuer tous les cinq ans un audit clinique auprès du titulaire de l'autorisation.

Art. 53 Coordination et réalisation

1 L'OFSP peut mandater des tiers pour la coordination et la réalisation des audits cliniques.

2 Ces personnes sont des experts issus de différentes institutions et sociétés professionnelles.

3 L'OFSP met à disposition des tiers mandatés les données nécessaires concernant les titulaires d'autorisation audités.

[4] Si les tiers mandatés constatent lors de l'évaluation des audits des écarts importants par rapport aux standards retenus, ils en informent l'OFSP.

Art. 54 Auditeurs: exigences et missions

[1] Les auditeurs doivent:

a. disposer d'une longue expérience professionnelle dans leur spécialité;

b. être indépendants des titulaires d'autorisation audités.

[2] Ils réalisent les audits et comparent leurs résultats avec les directives nationales et internationales concernant la bonne pratique.

Art. 55 Autoévaluation et manuel de qualité des titulaires d'une autorisation

[1] Les titulaires d'une autorisation effectuent chaque année une autoévaluation de leurs procédures.

[2] Ils présentent leur manuel de qualité aux auditeurs.

[3] Le manuel de qualité doit contenir au moins une description détaillée des aspects suivants:

a. les compétences et les responsabilités;

b. le parc des installations pour les examens et les traitements;

c. la formation du personnel;

d. les recommandations aux médecins prescripteurs concernant les requêtes d'applications médicales de rayonnements ionisants ou concernant l'adressage des patients;

e. les mesures en vue du respect de l'art. 40, al. 4;

f. les protocoles de diagnostic et de traitement et les informations données aux patients;

g. la documentation des doses de rayonnements (art. 44);

h. l'établissement du diagnostic et sa communication ainsi que l'enregistrement des données et leur transfert;

i. l'assurance de qualité;

j. l'autoévaluation.

[4] Si l'on ne peut pas garantir à l'intérieur de l'entreprise le respect de l'exigence de l'al. 3, let. e, le médecin qui réalise l'examen ou le traitement doit:

a. porter à la connaissance du médecin prescripteur les directives applicables;

b. s'assurer que le médecin prescripteur respecte les directives, et

c. documenter dans le manuel de qualité le respect de l'exigence fixée à la let. b.

Section 6 Recherche sur l'être humain

Art. 56 Autorisations

[1] La réalisation de projets de recherche impliquant l'application de sources de rayonnements à l'être humain est soumise à autorisation selon l'art. 45 de la loi du 30 septembre 2011 relative à la recherche sur l'être humain[18].

[2] Pour la réalisation d'essais cliniques portant sur des produits thérapeutiques qui peuvent émettre des rayonnements ionisants, une autorisation conformément à l'art. 54 de la loi du 15 décembre 2000 sur les produits thérapeutiques(LPTh) [19] est aussi exigée.

Art. 57 Contraintes et calcul de dose

[1] Pour les projets de recherche sans bénéfice direct escompté pour les participants, une contrainte de dose efficace de 5 mSv par an s'applique.

[2] La contrainte de dose efficace visée à l'al. 1 peut exceptionnellement aller jusqu'à 20 mSv par an, en tenant compte de l'âge, de la capacité de reproduction ou de l'état de santé, dans la mesure où cela s'avère absolument nécessaire pour des raisons méthodologiques.

[3] Pour les procédures combinées, toutes les sources de rayonnement sont à prendre en compte lors du calcul ou de l'estimation de la dose reçue par les participants.

[4] Le facteur d'incertitude doit être pris en compte lors du calcul ou de l'estimation de la dose.

Section 7 Produits radiopharmaceutiques

Art. 58 Mise sur le marché et administration

[1] Pour la mise sur le marché et l'administration à l'homme des produits radiopharmaceutiques, les dispositions de la LPTh s'appliquent. Ces produits doivent notamment, avant leur mise sur le marché, être autorisés par l'Institut suisse des produits thérapeutiques.

[2] L'assentiment de l'OFSP est nécessaire pour:

a. les autorisations de mise sur le marché de produits radiopharmaceutiques conformément à l'art. 9, al. 1, LPTh;

b. les procédures simplifiées d'autorisation de mise sur le marché de produits radiopharmaceutiques conformément à l'art. 14, al. 1, let. d, LPTh;

c. les autorisations à durée limitée de mise sur le marché de produits radiopharmaceutiques conformément à l'art. 9, al. 4, LPTh.

18 RS **810.30**
19 RS **812.21**

3 L'OFSP donne son assentiment pour l'utilisation de produits radiopharmaceutiques en prenant en considération le respect des aspects de radioprotection et en se basant sur les informations contenues dans le dossier joint à la demande de mise sur le marché ainsi que sur l'appréciation et la justification données par la Commission des produits radiopharmaceutiques.

4 Les produits radiopharmaceutiques doivent être désignés comme tels. Leur étiquetage doit au moins contenir les indications suivantes:

a. la désignation de la préparation;

b. le signe de danger selon l'annexe 8;

c. les radionucléides (produits principaux et impuretés), leurs formes chimiques et leurs activités à une date donnée;

d. les autres formes chimiques des radionucléides encore présentes;

e. les substances non radioactives ajoutées;

f. la date à partir de laquelle et jusqu'à laquelle les produits radiopharmaceutiques peuvent être utilisés.

Art. 59 Synthèse, préparation et contrôle de qualité

1 Celui qui synthétise des produits radiopharmaceutiques, les prépare ou en administre à l'être humain doit effectuer des contrôles de qualité.

2 L'OFSP peut prélever en tout temps des échantillons pour déterminer si les conditions visées à l'art. 58 sont encore remplies. A cet effet, il peut faire appel à des laboratoires spécialisés.

3 Le DFI fixe les modalités concernant la préparation et la synthèse ainsi que les contrôles de qualité des produits radiopharmaceutiques. A cet effet, il tient compte des directives nationales et internationales, notamment des directives cGRPR[20] de mars 2007 de l'EANM[21].

Art. 60 Commission des produits radiopharmaceutiques

1 La Commission des produits radiopharmaceutiques (COPR) est une commission consultative permanente au sens de l'art. 8a, al. 2, de l'ordonnance du 25 novembre 1998 sur l'organisation du gouvernement et de l'administration (OLOGA)[22].

2 Elle conseille l'Institut suisse des produits thérapeutiques et l'OFSP en matière de radiopharmacie. Elle établit des expertises concernant:

a. les demandes d'admission de produits radiopharmaceutiques;

b. les problèmes liés à la sécurité en rapport avec des produits radiopharmaceutiques.

20 Guidelines on current Good Radiopharmacy Practice in the Production of Radiopharmaceuticals, version 2 de mars 2007.

21 European Association of Nuclear Medicine. Les directives de l'EANM citées dans la présente ordonnance peuvent être peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'EANM www.eanm.org.

22 RS **172.010.1**

3 La COPR est composée d'experts scientifiques en médecine nucléaire, en pharmacie, en chimie et en radioprotection.

4 Le Conseil fédéral nomme le président, le vice-président et les autres membres de la COPR sur proposition du DFI.

5 L'OFSP et l'Institut suisse des produits thérapeutiques peuvent proposer des remplaçants ou des nouveaux membres au DFI.

Section 8 Evénement radiologique médical

Art. 61 Définition

Un événementradiologique médical est un événement imprévu, une action inconsidérée ou non conforme avec ou sans conséquences effectives, qui a conduit ou aurait pu conduire, à cause de défaillances du programme d'assurance de qualité, de dysfonctionnements techniques ou de comportements fautifs de personnes, à l'exposition non intentionnelle de patients.

Art. 62 Obligations

1 Le titulaire de l'autorisation doit tenir un registre des événementsradiologiques médicaux.

2 Il doit analyser régulièrement, dans le cadre d'un groupe de travail interdisciplinaire, les événementsradiologiques médicaux qui sont survenus et prendre les mesures opérationnelles afin d'éviter des événementsde même nature.

3 Il doit notifier dans les 30 jours à l'autorité de surveillance les événementsradiologiques médicaux suivants:

a. les expositions imprévues qui, de manière potentielle ou réelle, ont causé ou auraient pu causer chez un patient un dommage modéré à un organe, une atteinte fonctionnelle modérée ou des dommages sévères;

b. les échanges involontaires de patients ou d'organes lors des expositions thérapeutiques ou diagnostiques dans le domaine des doses élevées;

c. les expositions imprévues au cours desquelles le patient a reçu une dose efficace supérieure à 100 mSv.

4 Lors des événementsradiologiques médicaux visés à l'al. 3, une enquête et un rapport sont réalisés conformément à l'art. 142.

Chapitre 4 Expositions professionnelles

Section 1 Personnes professionnellement exposées aux radiations

Art. 63 Définition et principes

1 Sont considérées comme professionnellement exposées aux radiations les personnes qui:

a. peuvent dépasser, dans le cadre de leur activité professionnelle ou de leur formation, une limite de dose applicable à l'exposition du public indiquée à l'art. 34;

b. séjournent au moins une fois par semaine en secteur contrôlé tel que décrit à l'art. 91, al. 2 pour leur travail ou leur formation;

c. séjournent au moins une fois par semaine dans des secteurs surveillés tels que décrits à l'art. 97 pour leur travail ou leur formation et peuvent dans ce cadre être soumis à un débit de dose ambiante élevé, ou

d. sont soumises à leur poste de travail à une concentration intégrée mensuelle de gaz radon supérieure à 170 kBqh/m^3.

2 Le titulaire de l'autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, l'exploitant de la compagnie aérienne désigne les personnes exposées aux rayonnements dans l'entreprise.

3 Il informe régulièrement les personnes professionnellement exposées aux radiations dans leur entreprise au sujet:

a. des doses de rayonnements qu'elles doivent s'attendre à recevoir en accomplissant leur activité;

b. des limites de dose qui leur sont applicables;

c. des dangers pour la santé que leur activité comporte;

d. des mesures de base en radioprotection qu'elles doivent observer durant leur activité;

e. des risques d'une exposition pour les enfants à naître.

Art. 64 Catégories

1 L'autorité délivrant les autorisations répartit les personnes professionnellement exposées aux radiations en deux catégories (A et B) en vue de leur surveillance.

2 Font partie de la catégorie A les personnes:

a. qui peuvent accumuler annuellement les doses suivantes dans le cadre de leur activité professionnelle:

1. une dose efficace supérieure à 6 mSv,

2. une dose équivalente au cristallin supérieure à 15 mSv, ou

3. une dose équivalente à la peau, aux mains ou aux pieds supérieure à 150 mSv.

b. qui sont soumises à leur poste de travail à une concentration intégrée mensuelle de gaz radon supérieure à 170 kBqh/m^3.

3 Font partie de la catégorie B toutes les personnes professionnellement exposées aux radiations qui n'appartiennent pas à la catégorie A.

4 Les activités comportant un risque négligeable d'accumuler une des doses indiquées à l'al. 2, let. a, peuvent être réalisées par des personnes appartenant à la catégorie B. En font partie notamment:

a. les activités liées à l'exploitation d'installations à rayons X dans les cabinets de médecins, de médecins-dentistes et de médecins-vétérinaires à l'exception du domaine des doses élevées;

b. l'activité en tant que personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

5 Si le requérant ou le titulaire d'une autorisation peut apporter la preuve qu'une activité peut être réalisée par une personne appartenant à la catégorie B, il peut solliciter de la part de l'autorité de surveillance une classification de ces personnes en catégorie B.

Art. 65 Personnes jeunes et femmes enceintes ou allaitantes

1 Il n'est pas permis d'exposer professionnellement aux radiations les personnes qui ont moins de 16 ans.

2 Les limites de dose spécifiques fixées à l'art. 69 sont applicables aux jeunes de plus de 16 ans et aux femmes enceintes.

3 Depuis le moment où la grossesse est connue jusqu'à son terme, l'exposition aux rayonnements de la femme enceinte doit être déterminée chaque mois.

4 Le DFI fixe pour quelles activités les femmes enceintes doivent être munies d'un dosimètre individuel actif supplémentaire.

5 Les femmes enceintes doivent à leur demande être dispensées des activités suivantes:

a. du service de vol;

b. de travaux avec des substances radioactives qui présentent un danger d'incorporation ou de contamination;

c. de travaux qui ne sont autorisés qu'aux personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie A.

6 Les femmes qui allaitent ne doivent pas accomplir de travaux avec des substances radioactives qui présentent un danger d'incorporation ou de contamination.

Art. 66 Personnel navigant

L'exposition aux rayonnements du personnel navigant professionnellement exposé aux radiations doit être optimisée lors de l'établissement des programmes de travail.

Art. 67 Prévention en matière de médecine du travail

1 Les employés professionnellement exposés aux radiations sont soumis à la prévention en matière de médecine du travail conformément aux art. 70 à 89 de l'ordonnance du 19 décembre 1983 sur la prévention des accidents (OPA)[23].

2 La Suva détermine les modalités des mesures médicales et la fréquence des contrôles pour les indépendants professionnellement exposés aux radiations.

[23] RS **832.30**

Section 2 Limitation des doses

Art. 68 Limites de dose

[1] La dose efficace reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations ne doit pas dépasser la limite de 20 mSv par année civile.

[2] Exceptionnellement, et avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, ces personnes peuvent recevoir une dose efficace ne dépassant pas 50 mSv par année civile, pour autant que la dose cumulée au cours des cinq dernières années, y compris l'année en cours, soit inférieure à 100 mSv.

[3] Les limites de dose équivalentes suivantes s'appliquent à ces personnes:

a. pour le cristallin: 20 mSv par année civile ou 100 mSv pour la somme des doses sur une période de 5 années consécutives, pour autant que la dose de 50 mSv ne soit pas dépassée durant une année;

b. pour la peau, les mains et les pieds: 500 mSv par année civile.

[4] Les personnes professionnellement exposées aux radiations dans une entreprise étrangère ne doivent pas accumuler plus de 20 mSv en Suisse, déduction faite de la dose déjà reçue durant l'année civile en cours.

Art. 69 Limite de dose pour les personnes jeunes et les femmes enceintes

[1] Pour les personnes âgées de 16 à 18 ans, la dose efficace ne doit pas dépasser la limite de 6 mSv par année civile.

[2] Les femmes enceintes ne peuvent être engagées comme personnes professionnellement exposées aux radiations que s'il est garanti que depuis le moment où la grossesse est connue jusqu'à son terme la dose efficace de 1 mSv n'est pas dépassée.

Art. 70 Mesures à prendre en cas de dépassement d'une limite de dose

[1] Lorsqu'une personne professionnellement exposée aux radiations reçoit une dose supérieure à la limite visée à l'art. 68, al. 1 ou 3, et à l'art. 69, elle ne doit pas accumuler, pendant le reste de l'année civile:

a. une dose efficace supérieure à 1 mSv;
b. une dose équivalente au cristallin supérieure à 2 mSv et une dose équivalente à la peau, aux mains et aux pieds supérieure à 50 mSv.

[2] En cas de dépassement de la limite de dose visée à l'art. 69, al. 2, les femmes enceintes ne doivent plus intervenir dans un secteur contrôlé durant le déroulement de leur grossesse.

[3] L'assentiment de l'autorité de surveillance selon l'art. 68, al. 2, est réservé.

Art. 71 Contrôle médical après un dépassement d'une limite de dose

[1] Lorsque la dose reçue par une personne dépasse une des limites de dose visées aux art. 68 ou 69, l'autorité de surveillance décide si celle-ci doit être placée sous contrôle médical.

2 Le médecin communique le résultat de son examen à la personne concernée, à son employeur et à l'autorité de surveillance avec une proposition quant aux mesures à prendre. Il informe la Suva lorsqu'il s'agit d'un employé.

3 Le médecin communique à l'autorité de surveillance et à la Suva:

a. les données relatives aux dommages précoces constatés;

b. les données relatives aux maladies ou aux prédispositions particulières qui motivent une décision prononçant l'inaptitude de la personne;

c. les données relatives à la dosimétrie biologique.

4 La Suva conserve ces données durant 100 ans.

5 Pour les personnes qui ne sont pas sous contrat de travail, l'autorité de surveillance prend les mesures nécessaires. Elle peut décréter une exclusion temporaire ou définitive de travaux effectués en tant que personne professionnellement exposée aux radiations.

Art. 72 Contraintes de dose

1 Dans le but d'optimiser la radioprotection, le titulaire de l'autorisation ou, pour le personnel navigant, l'exploitant de la compagnie aérienne fixe des contraintes de dose pour les personnes professionnellement exposées aux radiations.

2 Le principe de l'optimisation est considéré comme respecté dans le cas des activités qui ne délivrent pas une dose efficace supérieure à 100 µSv par année aux personnes professionnellement exposées aux radiations.

3 En cas de dépassement de la contrainte de dose, les méthodes de travail doivent être examinées et la radioprotection améliorée.

Section 3 Détermination de la dose de rayonnements (dosimétrie)

Art. 73 Dosimétrie des personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie A

1 La dose reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie A doit être déterminée pour chacune individuellement et conformément à l'annexe 4 (dosimétrie individuelle).

2 La dose due à une irradiation externe doit être déterminée mensuellement.

3 L'autorité de surveillance peut permettre des exceptions aux al. 1 et 2 lorsque l'on dispose d'un système dosimétrique supplémentaire ou d'un autre système approprié de surveillance de la dose.

4 Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe de quelle façon et à quels intervalles la contamination interne doit être déterminée. Pour ce faire, il tient compte des conditions de travail et du type des radionucléides utilisés.

5 Il fixe, en accord avec l'IFSN, les cas où un second système dosimétrique indépendant et remplissant une fonction supplémentaire doit être utilisé.

Art. 74 Dosimétrie des personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie B

1 La dose reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie B doit être déterminée pour chacune individuellement et conformément à l'annexe 4 (dosimétrie individuelle).

2 La dose due à une irradiation externe doit être déterminée au moins chaque trimestre. L'art. 65, al. 3, est réservé.

3 L'autorité de surveillance peut permettre des exceptions aux al. 1 et 2:

a. lorsque l'on dispose d'un autre système approprié de surveillance de la dose;

b. lorsque l'on ne dispose d'aucun système approprié de surveillance de la dose, mais qu'en échange les mesures de protection sont renforcées.

Art. 75 Détermination de la dose de rayonnements par calcul

1 Dans le cas du personnel navigant, une détermination de la dose de rayonnements par calcul peut être effectuée par l'exploitant de la compagnie aérienne lui-même.

2 Dans les autres cas où une dosimétrie individuelle n'est pas appropriée, l'assentiment de l'autorité de surveillance est nécessaire pour la détermination, par le titulaire de l'autorisation, de la dose de rayonnements par calcul.

3 Le DFI, en accord avec l'IFSN, édicte des dispositions pour le calcul des doses de rayonnements.

Art. 76 Seuil de notification par période de surveillance

1 Les seuils suivants de notification par période de surveillance sont applicables aux personnes professionnellement exposées aux radiations dans les entreprises possédant une autorisation délivrée par l'OFSP:

a. 2 mSv pour la dose efficace;

b. 2 mSv pour la dose équivalente au cristallin, ou

c. 10 mSv pour la dose équivalente à la peau ou aux extrémités.

2 Les obligations de déclaration fixées aux art. 78, let. c, et 83, let. c, sont applicables dès l'atteinte du seuil de notification.

3 L'IFSN réglemente dans une directive les déclarations relatives aux doses reçues par les personnes professionnellement exposées aux radiations dans les installations nucléaires.

Art. 77 Devoirs incombant aux titulaires d'autorisation et aux exploitants de compagnies aériennes

1 Les titulaires d'autorisation et, dans le cas du personnel navigant, les exploitants de compagnies aériennes doivent charger un service de dosimétrie individuelle agréé de mesurer la dose reçue par toutes les personnes de l'entreprise qui sont professionnellement exposées aux radiations. Ils peuvent effectuer eux-mêmes la détermination par calcul des doses conformément à l'art. 75 ou les mesures de tri pour déceler une contamination interne.

2 Ils assument les frais liés à la dosimétrie.

3 Ils sont tenus:

a. d'informer les personnes concernées sur les résultats de la dosimétrie;

b. de leur remettre un récapitulatif écrit de toutes les doses:
   1. une fois leur contrat de travail terminé,
   2. avant leur engagement dans une autre entreprise;

c. de fournir à la Suva les données touchant l'exploitation, le personnel et la dosimétrie nécessaires à la prévention en matière de médecine du travail;

d. en cas de dépassement d'un seuil de notification visé à l'art. 90, de remettre à l'autorité de surveillance, à sa demande, une explication sur l'origine de la dose; l'explication doit être remise par écrit dans un délai de deux semaines;

e. de déclarer au service de dosimétrie individuelle qu'il a mandaté les informations indiquées à l'art. 87, al. 1, pour toutes les personnes professionnellement exposées aux radiations dans leur entreprise; font exception les données visées à l'art. 87, al. 1, let. f;

f. de déclarer au registre dosimétrique central les doses accumulées par les personnes professionnellement exposées aux radiations lors d'engagements à l'étranger et qui n'ont pas été mesurées par un service suisse de dosimétrie individuelle; cette déclaration doit être effectuée dans le mois qui suit l'engagement et sous une forme prescrite par l'OFSP.

Art. 78 Obligations des titulaires d'une autorisation et des exploitants de compagnies aériennes lors de la détermination de la dose de rayonnements par calcul

Les titulaires d'une autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, les exploitants des compagnies aériennes sont tenus, dans le cas où la dose de rayonnements a été déterminée dans l'entreprise par calcul conformément à l'art. 75:

a. de déclarer les informations indiquées à l'art. 87 au registre dosimétrique central (art. 86);

b. de déclarer les doses de rayonnements déterminées par calcul au registre dosimétrique central dans un délai fixé par l'OFSP et sous une forme prescrite par lui;

c. de déclarer à l'autorité de surveillance, au plus tard 10 jours après le calcul de la dose, que le seuil de notification visé à l'art. 76 a été dépassé;

d. de déclarer à l'autorité de surveillance, dans le délai d'un jour ouvrable, qu'un dépassement d'une limite de dose est suspecté et d'en informer la Suva quand il s'agit d'un employé.

Art. 79 Dispositions techniques

1 En accord avec l'IFSN et après avoir consulté le METAS, le DFI édicte des dispositions techniques concernant la dosimétrie individuelle et celle de l'environnement.

2 Les dispositions techniques porteront notamment sur les éléments suivants:

a. les exigences minimales auxquelles doivent satisfaire les systèmes de mesure;

b. les exigences minimales quant à la précision des mesures dans l'exploitation de routine et lors de mesures d'intercomparaison;

c. les modèles standard de calcul des doses de rayonnements;

d. le format des déclarations.

Section 4 Services de dosimétrie individuelle

Art. 80 Conditions d'agrément

1 Un service de dosimétrie individuelle doit être agréé.

2 L'agrément est accordé si les conditions suivantes sont remplies:

a. le service de dosimétrie individuelle a son siège en Suisse et dispose d'une organisation appropriée et de personnel en nombre suffisant;

b. il dispose de suffisamment de personnel possédant des connaissances pratiques dans la technique de mesure utilisée et en radioprotection;

c. il justifie vis-à-vis de l'autorité qui accorde l'agrément d'un programme d'assurance de qualité et l'applique;

d. le système de mesure est conforme à l'état de la technique et rattaché à des étalons adéquats grâce à la réalisationde mesures d'intercompaison en continu;

e. il offre la garantie d'un parfait accomplissement des tâches; dans la réalisation de son activité, le personnel n'est notamment soumis à aucune influence pouvant conduire à un conflit d'intérêts.

3 Lorsqu'un service de dosimétrie individuelle est accrédité pour cette activité, les conditions fixées à l'al. 2, let. a, ainsi que c à e, sont réputées remplies.

Art. 81 Procédure et validité de l'agrément

1 L'autorité habilitée à agréer constate, par une inspection et un contrôle technique, si le service de dosimétrie individuelle remplit les conditions relatives à l'agrément. Elle peut confier cette tâche à des tiers.

2 L'agrément est valable cinq ans au maximum.

Art. 82 Autorités habilitées à agréer

1 Sont habilités à agréer les services de dosimétrie individuelle:

a. l'OFSP, lorsqu'un service de dosimétrie individuelle veut exercer la totalité ou la plus grande partie de son activité dans le domaine de surveillance de l'OFSP ou dans celui de la Suva;

b. l'IFSN, lorsqu'un service de dosimétrie individuelle veut exercer la totalité ou la plus grande partie de son activité dans le domaine de surveillance de l'IFSN.

2 Lorsqu'un service de dosimétrie individuelle exerce son activité dans différents domaines de surveillance, les autorités habilitées à agréer décident laquelle d'entre elles est compétente pour l'agrément.

3 Les autorités habilitées à agréer n'ont pas le droit d'exploiter un service de dosimétrie individuelle.

Art. 83 Obligations de notification du service de dosimétrie individuelle

Les obligations de notification du service de dosimétrie individuelle sont les suivantes:

a. il notifie les données visées à l'art. 87 dans un délai d'un mois suivant la période de surveillance:
   1. au titulaire de l'autorisation,
   2. dans le cas du personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne,
   3. au registre dosimétrique central (art.86) sous une forme prescrite par l'OFSP,
   4. à l'IFSN également lorsqu'il s'agit de données relevant de son domaine de surveillance.

b. Si la dose efficace correspondant à la période de surveillance excède le seuil de notification indiqué à l'art. 76, le service de dosimétrie individuelle est tenu de le notifier au titulaire de l'autorisation et à l'autorité de surveillance au plus tard dix jours ouvrables après réception du dosimètre.

c. Lorsqu'un dépassement d'une limite de dose est suspecté, le service de dosimétrie individuelle notifie le résultat au titulaire de l'autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne et à l'autorité de surveillance dans un délai d'un jour ouvrable. Il informe également la Suva lorsqu'il s'agit d'un employé.

d. L'IFSN édicte une directive concernant les notifications par les services de dosimétrie individuelle qu'il a reconnus.

Art. 84 Autres devoirs incombant au service de dosimétrie individuelle

1 Le service de dosimétrie individuelle est tenu de conserver durant deux ans, après les avoir transmises au registre dosimétrique central, les valeurs des doses et l'identité des personnes qui les ont reçues, ainsi que toutes les données brutes nécessaires au calcul ultérieur des doses à notifier.

2 Il est tenu de participer, à ses propres frais, à des mesures d'intercomparaison selon les directives données par l'autorité habilitée à agréer.

3 Si 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.

4 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.

5 Dans les situations extraordinaires, l'autorité qui délivre l'agrément fixe la procédure.

6 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 titulaire d'une autorisation selon l'art. 77 et informer l'autorité de surveillance de la résiliation.

Art. 85 Obligation de garder le secret et protection des données

Le service de dosimétrie individuelle peut communiquer l'identité et les doses d'une personne dont il assure la dosimétrie uniquement:

a. à la personne elle-même;

b. au titulaire de l'autorisation;

c. pour le personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne;

d. à l'autorité de surveillance;

e. à l'autorité délivrant l'autorisation;

f. au registre dosimétrique central.

Section 5 Registre dosimétrique central

Art. 86 Autorité responsable, but, réglementation

1 L'OFSP tient un registre dosimétrique central.

2 Le registre dosimétrique central a pour but:

a. de permettre aux autorités de surveillance de contrôler en tout temps les doses accumulées par intervalle de surveillance de chaque personne professionnellement exposée en Suisse;

b. de déterminer la dose accumulée par les personnes professionnellement exposées aux radiations tout au long de leur activité et de clarifier les éventuelles prétentions d'assurances;

c. de permettre de faire des analyses statistiques ou d'évaluer l'efficacité des dispositions de la présente ordonnance;

d. d'assurer la conservation des données.

Art. 87 Données traitées

1 Les données ci-après concernant les personnes professionnellement exposées aux radiations sont consignées dans le registre dosimétrique central:

a. noms, prénoms et noms antérieurs;

b. date de naissance;

c. numéro d'assurance sociale;

d. sexe;

e. nom, adresse et numéro d'identification de l'entreprise (IDE);

f. valeurs des doses accumulées en Suisse et à l'étranger;

g. groupe professionnel;

h. activité;

i. catégorie (A ou B).

2 Dans le cas de personnes travaillant pour une période transitoire en Suisse, on enregistre les doses accumulées en Suisse.

Art. 88 Droits d'accès

Ont un accès direct, au moyen d'une procédure d'appel, aux données du registre dosimétrique central:

a. les collaborateurs de la division Radioprotection de l'OFSP;

b. le service de médecine du travail de la Suva;

c. les autorités de surveillance, aux données relevant de leur domaine de surveillance;

d. l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC), aux données du personnel navigant.

Art. 89 Conservation et publication des données

1 L'OFSP conserve pendant 100 ans toutes les données consignées dans le registre dosimétrique central.

2 Les autorités de surveillance élaborent un rapport annuel sur les résultats de la dosimétrie individuelle.

3 L'OFSP publie le rapport.

Art. 90 Utilisation à des fins de recherche

1 L'OFSP peut utiliser les données personnelles consignées dans le registre dosimétrique central à des fins de recherche sur les effets des rayonnements et la radioprotection ou les mettre à disposition de tiers à cette fin. Les dispositions de la loi du 30 septembre 2011 relative à la recherche sur l'être humain[24] sont applicables.

2 Il fournit les données personnelles uniquement sous une forme anonyme.

[24] RS 810.30

Chapitre 5 Sources et installations
Section 1 Secteurs

Art. 91 Principes

[1] Le titulaire de l'autorisation établit des secteurs contrôlés et surveillés pour la limitation et le contrôle de l'exposition aux rayonnements.

[2] Les secteurs contrôlés sont des secteurs dans lesquels des mesures de protection et de sécurité doivent être prises pour déterminer et limiter l'exposition aux rayonnements afin de pouvoir empêcher les expositions par inhalation, incorporation, irradiation externe ou dispersion d'une contamination.

[3] Les secteurs surveillés sont des secteurs dans lesquels seules les personnes professionnellement exposées aux radiations peuvent séjourner en cas d'augmentation du débit de dose ambiante.

[4] Les travaux avec des sources radioactives non scellées dont l'activité excède la limite d'autorisation doivent être exécutés dans des secteurs contrôlés équipés conformément à l'art. 95.

[5] L'autorité de surveillance peut exiger une répartition en zones selon l'art. 96 pour les locaux et les endroits situés à l'intérieur des secteurs contrôlés dans lesquels aucun travail avec des sources non scellées n'est effectué, mais où cependant des contaminations de surface et de l'air ou des débits élevés de dose ambiante peuvent survenir.

[6] En vue de l'exploitation d'installations, de l'utilisation de sources radioactives scellées ainsi que pour les zones de type 0, le titulaire de l'autorisation doit établir des secteurs surveillés s'il existe un risque pour les personnes et que des secteurs contrôlés n'ont pas déjà été installés.

Art. 92 Secteurs contrôlés

[1] Sont notamment à installer comme secteurs contrôlés:

a. les secteurs de travail conformément à l'art. 95;

b. les zones de type I à IV conformément à l'art. 96;

c. les secteurs dans lesquels la contamination de surface peut se situer au-dessus de 1 CS et la contamination de l'air, au-dessus de 0,05 CA;

d. les secteurs désignés comme tels par l'autorité de surveillance.

[2] Le titulaire de l'autorisation doit garantir que seules les personnes autorisées ont accès aux secteurs contrôlés. Ceux-ci doivent être clairement délimités et marqués conformément à l'annexe 8.

[3] Le titulaire de l'autorisation doit surveiller de manière appropriée le respect, à l'intérieur des secteurs contrôlés, des valeurs directrices concernant les débits de dose ambiante, les contaminations et les concentrations radioactives dans l'air de même que le respect des mesures de protection et des dispositions de sécurité.

Art. 93 Traitement et libération des secteurs contrôlés après la cessation des travaux

1 Le titulaire de l'autorisation doit décontaminer les secteurs contrôlés dans lesquels on a cessé d'utiliser des sources radioactives non scellées et, au besoin, le voisinage de ces secteurs, y compris toutes les installations et le matériel qui y demeurent, au moins jusqu'à ce que les conditions visées à l'art. 118 soient remplies et que les limites d'immission fixées à l'art. 36 soient respectées.

2 Il doit rendre compte à l'autorité de surveillance des mesures qu'il a prises en vertu de l'al. 1.

3 Il ne peut utiliser à d'autres fins les secteurs contrôlés en question qu'après leur libération par l'autorité de surveillance.

Art. 94 Valeurs directrices applicables aux contaminations

1 Lorsque des personnes quittent les secteurs contrôlés ou lorsque des matériaux en sont retirés, il faut garantir préalablement par une mesure que la valeur directrive de la contamination de surface n'est pas dépassée.

2 Une décontamination doit être effectuée ou d'autres mesures de protection appropriées prises si la contamination de matériaux et de surfaces dans les secteurs contrôlés excède dix fois la valeur directrice indiquée à l'annexe 3, colonne 12.

3 Si, dans un secteur contrôlé, une partie de la contamination reste fixée à la surface lors des sollicitations prévisibles, les valeurs directrices indiquées à l'annexe 3, colonne 12, ne sont applicables qu'à la contamination transmissible.

Art. 95 Secteurs de travail

1 Les secteurs de travail doivent être établis dans des locaux séparés, prévus exclusivement à cet effet.

2 Ils sont classés par types, en fonction des activités des sources radioactives non scellées utilisées par opération ou par jour, à savoir:

a. type C: activité de 1 à 100 limites d'autorisation;

b. type B: activité de 1 à 10 000 limites d'autorisation;

c. type A: activité de 1 limite d'autorisation jusqu'à la limite supérieure fixée dans la procédure d'autorisation.

3 L'autorité de surveillance peut augmenter jusqu'à 100 fois les valeurs indiquées à l'al. 2 pour le stockage de sources radioactives non scellées dans des secteurs de travail.

4 Elle peut admettre des exceptions à l'al. 1, lorsque des motifs liés à la technique d'exploitation le justifient et que la protection contre les rayonnements est assurée.

5 Elle peut, exceptionnellement, augmenter jusqu'à 10 fois les valeurs indiquées à l'al. 2, s'il s'agit d'utilisations présentant des risques minimes d'incorporation et si la protection contre les rayonnements est assurée.

6 Elle peut, au cas par cas et en prenant en compte le risque d'incorporation, attribuer des secteurs de travail à un autre type que celui indiqué à l'al. 2 dans la mesure où seuls des travaux comprenant un faible risque d'inhalation y sont réalisés.

7 Le DFI, en accord avec l'IFSN, arrête les prescriptions relatives aux mesures de protection à prendre.

Art. 96 Zones

1Les zones doivent être réparties selon les types suivants en fonction du niveau de contamination présent ou attendu:

a. zone de type 0:
contamination de surface inférieure à 1 CS et contamination de l'air inférieure à 0,05 CA;

b. zone de type I:
contamination de surface inférieure à 1 CS et contamination de l'air inférieure à 0,1 CA;

c. zone de type II:
contamination de surface située entre 1 et 10 CS et contamination de l'air inférieure à 0,1CA;

d. zone de type III:
contamination de surface située entre 10 et 100 CS ou contamination de l'air située entre 0,1 CA et 10 CA;

e. zone de type IV:
contamination de surface supérieure à 100 CS ou contamination de l'air supérieure à 10 CA.

2 Le DFI, en accord avec l'IFSN, arrête les prescriptions relatives aux mesures de protection dans les différents types de zones.

Art. 97 Secteurs surveillés

1 Sont notamment à équiper comme secteurs surveillés:

a. les locaux et les secteurs avoisinants dans lesquels des installations sans protection totale ou avec une protection partielle sont exploitées;

b. les zones de type 0;

c. les domaines dans lesquelles des personnes peuvent accumuler par exposition externe une dose efficace supérieure à 1mSv par an;

d. les secteurs désignés comme tels par l'autorité de surveillance.

2 Les secteurs surveillés doivent être marqués conformément à l'annexe 8.

3 Il n'est pas exigé d'établir des secteurs surveillés pour le personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

Art. 98 Limitation de la dose ambiante

[1] Le local ou le secteur dans lequel sont exploitées des installations ou dans lequel des sources radioactives sont utilisées doit être conçu ou blindé de façon qu'à aucun endroit situé en dehors des secteurs contrôlés et surveillés et où peuvent séjourner des membres du public, la dose ambiante n'excède 0,02 mSv par semaine. Cette valeur peut être dépassée jusqu'à cinq fois dans les endroits où personne ne séjourne durablement.

[2] Le débit de dose ambiante visé à l'al. 1 est basé sur un temps de travail hebdomadaire de 40 heures. Il peut être proportionnellement plus élevé si le temps d'exploitation de l'installation est supérieur à 40 heures.

[3] L'exposition à plusieurs sources de rayonnements d'un endroit à protéger doit être prise en compte afin de garantir le respect de la valeur directrice du débit de dose ambiante.

[4] Le DFI, en accord avec l'IFSN, arrête des valeurs directrices de la dose ambiante à l'intérieur et à l'extérieur des secteurs contrôlés et surveillés.

Section 2 Obligations lors de l'utilisation de sources de rayonnements

Art. 99 Inventaire, obligation de tenir un registre et de faire rapport

[1] Les titulaires d'une autorisation doivent, lors de l'utilisation de sources radioactives scellées, en tenir un inventaire.

[2] Ils doivent tenir un registre concernant l'achat, l'utilisation, la transmission et l'élimination de sources radioactives non scellées.

[3] Ils doivent annuellement faire rapport à l'autorité délivrant les autorisations sur le commerce de sources de rayonnements et fournir les données suivantes:

a. la désignation des radionucléides, leur activité, la date à laquelle cette activité a été mesurée ainsi que leur forme chimique et physique;

b. la désignation des appareils ou objets qui contiennent des substances radioactives, avec indication des radionucléides et de leur activité ainsi que la date à laquelle cette activité a été mesurée;

c. la désignation des installations et de leurs paramètres;

e. les adresses et numéros d'autorisation des fournisseurs en Suisse.

[4] L'autorité de surveillance peut prévoir dans l'autorisation des obligations supplémentaires concernant la tenue de registres ou l'établissement de rapports.

Art. 100 Remise par le distributeur

Les distributeurs ne sont autorisés à commercialiser en Suisse des sources de rayonnements soumises à autorisation qu'auprès d'entreprises ou de personnes au bénéfice de l'autorisation requise.

Art. 101 Utilisation et emplacement des sources de rayonnements

Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe les exigences concernant l'utilisation et l'emplacement des sources de rayonnements. Il fixe notamment:

a. les mesures touchant la construction et les bases de calcul correspondantes;

b. les exigences concernant les locaux d'irradiation, d'application et de repos de même que les locaux dans lesquels sont utilisés les appareils de diagnostic en médecine nucléaire;

c. les mesures de radioprotection ayant trait aux soins dispensés aux patients soumis à un traitement thérapeutiques ainsi qu'aux chambres de thérapie dans lesquelles ils sont placés;

d. le mode de stockage et les exigences auxquelles doivent satisfaire les dépôts de sources radioactives.

Section 3 Instruments de mesure

Art. 102 Instruments de mesure des rayonnements ionisants

[1] Des instruments appropriés de mesure des rayonnements ionisants, destinés à contrôler le débit de dose, la contamination de surface ou la contamination de l'air, doivent être en tout temps à disposition dans les locaux ou les secteurs dans lesquels sont utilisées des sources radioactives présentant un danger.

[2] Les titulaires d'une autorisation doivent veiller à ce que l'entreprise dispose du nombre nécessaire d'instruments appropriés de mesure des rayonnements ionisants.

Art. 103 Exigences concernant les instruments de mesure des rayonnements ionisants

[1] Le Département fédéral de justice et police (DFJP) réglemente, en accord avec le DFI et le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), la mise sur le marché et le contrôle de la stabilité des instruments de mesure des rayonnements ionisants.

[2] Le DFI, en accord avec l'IFSN, réglemente:

a. le genre et le nombre des instruments de mesure des rayonnements ionisants nécessaires;

b. l'étendue de l'assurance de la qualité pour tous les instruments de mesure des rayonnements ionisants qui ne sont pas réglementés selon l'al. 1.

Art. 104 Devoirs des titulaires d'une autorisation

[1] Les titulaires d'une autorisation doivent contrôler le fonctionnement des instruments de mesure des rayonnements ionisants à intervalles convenables à l'aide de sources de contrôle appropriées.

[2] L'autorité de surveillance peut obliger les titulaires d'une autorisation à participer à des mesures d'intercomparaison.

Section 4 Construction et marquage des sources radioactives scellées

Art. 105 Construction

1 Les sources radioactives scellées doivent être conformes, quant à la construction, à l'état de la science et de la technique.

2 Pour les sources radioactives scellées, on choisira la forme chimique du radionucléide la plus stable possible.

3 Si l'on utilise exclusivement des sources radioactives scellées émettrices de rayonnement gamma ou de neutrons, celles-ci doivent être munies d'un écran qui absorbe le rayonnement alpha et bêta.

Art. 106 Marquage

1 Les sources radioactives scellées et leurs récipients doivent être marqués de façon que l'on puisse identifier en tout temps la source.

2 Le fabricant ou le fournisseur de sources radioactives scellées de haute activité visées à l'art. 108 doit garantir que celles-ci sont identifiées avec un numéro unique. Ce numéro doit être gravé ou imprimé sur la source ou sur le récipient.

3 Le marquage doit indiquer ou permettre de déterminer le radionucléide, l'activité, la date de construction, la date de la mesure et, le cas échéant, la classification selon la norme ISO2919[25].

4 L'autorité de surveillance peut admettre des exceptions aux al. 1 à 3 lorsqu'il n'est pas possible d'apposer un marquage ou lorsque l'on emploie un récipient réutilisable.

Art. 107 Exigences pour la mise sur le marché

1 Toute source radioactive scellée doit être soumise, avant sa mise sur le marché, à un contrôle d'étanchéité et d'absence de contamination superficielle. Ce contrôle doit être effectué par un service accrédité pour cette tâche.

2 L'enveloppe des sources radioactives scellées dont l'activité excède le centuple de la limite d'autorisation doit répondre aux exigences des normes ISO 2919[26] correspondant à l'application envisagée et être classifiée en conséquence.

25 ISO 2919, édition 2012-02-15, Radioprotection – Sources radioactives scellées – Exigences générales et classification. Les normes techniques ISO citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement auprès de l'Office fédéral de la santé publique, 3003 Berne, ou être commandées contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, auprès du Centre suisse d'information sur les règles techniques (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, ou à l'adresse Internet www.snv.ch.

26 ISO 2919, édition 2012-02-15, Radioprotection – Sources radioactives scellées – Exigences générales et classification. Les normes techniques ISO citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement auprès de l'Office fédéral de la santé publique, 3003 Berne, ou être commandées contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, auprès du Centre suisse d'information sur les règles techniques (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, ou à l'adresse Internet www.snv.ch.

3 Lorsque les circonstances le justifient, l'autorité de surveillance peut admettre des exceptions aux al. 1 et 2 ou exiger des contrôles de qualité supplémentaires.

Section 5 Sources radioactives scellées de haute activité

Art. 108 Définitions

Une source scellée de haute activité est une source scellée dont l'activité est plus élevée que la valeur donnée à l'annexe 9.

Art. 109 Inventaire

1 L'autorité délivrant les autorisations tient un inventaire des titulaires d'une autorisation ainsi que des sources scellées de haute activité en leur possession.

2 L'inventaire comprend:

a. le numéro d'identification;

b. le fournisseur;

c. la nature et l'emplacement de la source;

d. le radionucléide concerné;

e. l'activité de la source à la date de sa fabrication, à celle de sa première mise sur le marché ou à celle de son acquisition par le titulaire de l'autorisation.

3 L'autorité délivrant les autorisations tient à jour l'inventaire.

Art. 110 Exigences

1 Avant de se voir octroyer une autorisation pour l'utilisation de sources scellées de haute activité, le requérant doit prouver qu'il a mis en réserve les moyens financiers nécessaires à l'élimination ultérieure de ces sources.

2 Le titulaire de l'autorisation est tenu de contrôler au moins annuellement si chacune des sources scellées de haute activité, et le cas échéant, si le récipient de protection contenant la source, se trouve effectivement à l'endroit où elle est utilisée ou à l'endroit où elle est stockée, et dans un bon état. Il notifie le résultat du contrôle à l'autorité délivrant les autorisations.

Art. 111 Sécurité et sûreté

1 Pour chaque source scellée de haute activité, le titulaire de l'autorisation fixe les mesures à prendre et les procédures appropriées afin d'éviter l'accès non autorisé à la source, sa perte, son vol ou son endommagement par le feu. Il documente ces mesures et ces procédures.

2 Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe les principes des exigences vis-à-vis de la construction, l'organisation et l'administration en vue de la sûreté des sources de haute activité.

Section 6 Mesures assurant la qualité

Art. 112

1 Le titulaire de l'autorisation doit veiller à ce que les sources de rayonnements, les systèmes d'imagerie médicale associés, les appareils de restitution et de documentation de l'image ainsi que les instruments de mesure et les systèmes d'examen en médecine nucléaire:

a. fassent l'objet d'un test avant d'être utilisés pour la première fois;

b. fassent régulièrement l'objet d'une révision et d'un service de maintenance complet.

2 Le DFI, en accord avec l'IFSN, peut fixer l'étendue minimale du test ainsi que la périodicité et l'étendue minimale du programme d'assurance de qualité de même que les exigences auxquelles doivent satisfaire les services qui les réalisent. Pour ce faire, il prend en compte les normes internationales d'assurance de qualité.

Section 7 Transport, importation, exportation et transit de sources radioactives

Art. 113 Transport en dehors de l'enceinte de l'entreprise

1 La personne qui transporte ou fait transporter des sources radioactives en dehors de l'enceinte de l'entreprise doit:

a. respecter les prescriptions fédérales concernant le transport des marchandises dangereuses;

b. prouver qu'elle dispose d'un programme approprié d'assurance de qualité et qu'elle l'applique.

2 Les expéditeurs et les transporteurs de sources radioactives doivent:

a. désigner préalablement un responsable de l'assurance de qualité et consigner par écrit les mesures d'assurance de qualité à prendre;

b. s'assurer que les récipients de transport ou les emballages sont conformes aux prescriptions et bien entretenus.

3 Si l'expéditeur et le transporteur disposent d'un système d'assurance de qualité pour le transport de sources radioactives certifié par un service accrédité, ils sont réputés appliquer un programme d'assurance de qualité approprié.

4 Les expéditeurs doivent vérifier si le transporteur qu'ils ont mandaté possède une autorisation de transporter des sources radioactives.

Art. 114 Transport à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise

Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe les exigences concernant le transport de sources radioactives.

Art. 115 Importation, exportation et transit

1 Les sources radioactives peuvent être importées, exportées et passées en transit uniquement par l'un des bureaux de douane désignés par la Direction générale des douanes.

2 La déclaration en douane pour les importations, les exportations ou les transits doit contenir les indications suivantes:

a. la désignation exacte de la marchandise;

b. les radionucléides (en cas de mélange de radionucléides, il faut indiquer les trois nucléides présentant la limite d'autorisation la plus faible);

c. l'activité totale par radionucléide en Bq[27];

d. le numéro de l'autorisation du destinataire (en cas d'importation) ou de l'expéditeur (en cas d'exportation) en Suisse.

3 Pour le stockage de chaque source radioactive dans un entrepôt douanier ouvert ou dans un dépôt franc sous douane, la personne responsable du stockage doit solliciter une autorisation de stockage conformément à l'art. 28 LRaP. Elle doit la présenter au bureau de douane.

4 Pour l'importation, l'exportation et le transit de sources scellées de haute activité, la publication de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) «Guidance on the import and export of radioactive sources» (2012)[28] doit être prise en compte.

5 L'autorité délivrant les autorisations peut exiger qu'une autorisation séparée soit sollicitée pour chaque importation, exportation ou transit de sources scellées de haute activité.

Section 8 Sources radioactives orphelines

Art. 116

1 Dans le cas où il y a une forte probabilité que des sources radioactives orphelines se trouvent dans des déchets, des résidus ou des matériaux à recycler, l'autorité de surveillance peut exiger que ces matériaux, dans le cadre de leur exploitation ou de leur exportation, soient contrôlés selon une procédure adéquate en ce qui concerne la présence de sources radioactives orphelines. Ceci s'applique notamment:

a. aux usines d'incinération des ordures ménagères;

b. aux entreprises qui récupèrent ou exportent de la ferraille.

2 Pour l'exportation des matériaux visés à l'al. 1, l'exportateur doit présenter une attestation de contrôle de la radioactivité.

Section 9 Libération de la surveillance administrative

27 Bq = Becquerel

28 Les publications de l'AIEA citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'AIEA à l'adresse www.iaea.org > Publications.

Art. 117 Substances libérées

Sont libérées de la surveillance administrative:

a. les substances radioactives solides et liquides dont l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération;

b. les substances radioactives gazeuses contenues dans un récipient dont l'activité totale est inférieure à la limite d'autorisation;

c. les substances radioactives ayant une activité supérieure aux valeurs indiquées aux let. a et b et qui ont été rejetées dans l'environnement en accord avec l'autorité de surveillance aux termes des art. 122 à 125.

Art. 118 Libération

[1] Les titulaires d'une autorisation peuvent libérer, en vue de leur réutilisation, leur recyclage ou leur élimination sans restriction, des substances radioactives qui ne sont pas libérées de la surveillance administrative selon l'art. 117, lorsqu'il a été prouvé par une mesure:

a. que l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération, et

b. que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface, après déduction du bruit de fond, est inférieur à 0,1 μSv/h.

[2] Lorsqu'il est prévu qu'une substance solide sera réutilisée ou recyclée après sa libération ou que des personnes pourraient être contaminées lors de son utilisation, il faut s'assurer par une mesure que la valeur directrice de la contamination de surface est respectée.

[3] Les substances radioactives peuvent être libérées sans détermination de leur activité spécifique par une mesure si les exigences fixées à l'al. 1, let. b, et 2 sont remplies et:

a. que l'on peut prouver, par un bilan des substances radioactives engagées ou par l'exclusion d'une activation, que l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération, ou

b. que les modèles et les calculs permettant de démontrer que la limite de libération n'est pas dépassée ont été acceptés par l'autorité de surveillance.

[4] L'autorité de surveillance peut poser des conditions supplémentaires selon lesquelles les résultats de la mesure de libération avant la remise ou l'élimination d'objets ou de substances doivent être notifiés.

Chapitre 6 Déchets radioactifs

Section 1 Dispositions générales

Art. 119 Définition

Les déchets radioactifs sont des substances radioactives qui ne sont plus utilisées et:

a. qui, dans le cas des solides et des liquides, ne peuvent pas être libérées conformément à l'art. 118, ou

b. qui possèdent, dans le cas des substances gazeuses contenues dans un récipient, une activité absolue supérieure à la limite d'autorisation.

Art. 120 Réutilisation ou recyclage

[1] On entend par réutilisation ou recyclage un usage concret planifié d'une substance radioactive dans le cadre d'une activité autorisée et qui interviendra dans les dix années qui suivent la dernière utilisation.

[2] L'autorité de surveillance peut exiger qu'une substance radioactive soit réutilisée ou recyclée.

[3] Elle peut fixer des conditions pour la réutilisation ou le recyclage de substances solides faiblement radioactives, en particulier de métaux, ayant une activité spécifique jusqu'à dix fois supérieure à la limite de libération.

Art. 121 Interdiction de mélanges

Il n'est pas permis de mélanger des substances radioactives à des matériaux inactifs dans le seul but de ne pas devoir les éliminer comme déchets radioactifs. Les art. 120, 126 et 128 sont réservés.

Section 2 Rejet dans l'environnement

Art. 122 Principes

[1] Les déchets radioactifs ne peuvent être rejetés dans l'environnement qu'avec une autorisation et sous le contrôle du titulaire de l'autorisation.

[2] Seuls les déchets faiblement radioactifs peuvent être rejetés dans l'environnement.

Art. 123 Déchets sous forme de gaz, d'aérosol ou de liquide

[1] Les déchets radioactifs sous forme de gaz, d'aérosol et de liquide ne peuvent être rejetés dans l'environnement que si leur composition chimique le permet. Ils ne doivent être rejetés que par l'air évacué dans l'atmosphère ou par les eaux usées déversées dans les eaux de surface.

[2] L'autorité délivrant les autorisations fixe pour chaque entreprise les taux maximums admissibles des rejets et le cas échéant leurs concentrations.

[3] Elle fixe les taux et les concentrations radioactives des rejets de façon que la contrainte de dose visée à l'art. 25, al. 3, et les limites d'immission fixées à l'art. 36 ne soient pas dépassées.

[4] Elle peut augmenter jusqu'à un facteur trois la concentration radioactive des rejets précisée aux al. 2 et 3 à l'entrée dans la canalisation si l'on peut garantir qu'en tout temps une dilution équivalente aura lieu jusqu'au rejet dans les eaux usées accessibles au public.

Art. 124 Mesures de contrôle

1 L'autorité délivrant les autorisations définit dans celles-ci une surveillance des émissions. Elle peut prévoir dans l'autorisation une obligation de les notifier.

2 La surveillance des immissions est régie par l'art. 189.

3 L'autorité de surveillance peut obliger le titulaire de l'autorisation à effectuer des mesures supplémentaires ou particulières dans le cadre de la surveillance des immissions et à lui en notifier les résultats.

4 L'autorité délivrant les autorisations et l'autorité de surveillance peuvent exiger que des expertises météorologiques et des mesures du bruit de fond local soient effectuées avant la mise en exploitation.

5 Le titulaire de l'autorisation peut faire appel, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, à des services externes pour effectuer les mesures de surveillance.

Art. 125 Elimination de déchets solides

1 Les déchets solides peuvent être éliminés comme des déchets inactifs si les exigences de libération fixées à l'art. 118 sont remplies.

2 Les déchets solides dont l'activité spécifique est supérieure à la limite de libération peuvent aussi être éliminés comme des déchets inactifs lorsque:

a. l'activité totale rejetée par semaine et par autorisation ne dépasse pas l'activité de 10 kg d'une substance dont l'activité spécifique correspond à la limite de libération, et

b. les exigences fixées à l'art. 118, al. 1, let. b, sont remplies.

3 Lors de leur rejet, les déchets ne doivent pas porter d'étiquettes, de signes de danger ou d'autres inscriptions indiquant la radioactivité.

Art. 126 Rejet d'autres déchets solides

1 Les déchets radioactifs solides ayant des activités spécifiques ne dépassant pas le centuple de la limite de libération peuvent, au cas par cas et avec l'assentiment de l'autorité délivrant les autorisations, être rejetés dans l'environnement si:

a. on a la garantie qu'en les mélangeant avec des matériaux inactifs la limite de libération n'est pas dépassée, ou

b. il peut être prouvé qu'à aucun moment une dose efficace de 10 □Sv par an ne peut être accumulée.

2 Les matériaux enrichis artificiellement en radium dont les activités spécifiques ne dépassent pas plus de mille fois la limite de libération peuvent également être rejetés dans l'environnement avec l'assentiment de l'OFSP:

a. s'ils ont été produits avant le 1er octobre 1994;

b. si une élimination par les canaux habituels est impossible ou engendre des coûts disproportionnés;

c. si ce rejet constitue une solution nettement meilleure, pour l'être humain et pour l'environnement, qu'un maintien en l'état, et

d. s'il est possible de garantir, après le mélange avec des matériaux inactifs:
   1. que l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération, et
   2. que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface est inférieure à 0,1 μSv/h après déduction du bruit de fond, ou
   3. qu'il peut être prouvé qu'à aucun moment une dose efficace de 10 μSv par an ne peut être accumulée.

3 Le rejet de déchets radioactifs solides qui ne contiennent que des radionucléides naturels est régi par l'art. 128.

Art. 127 Incinération de déchets dans les entreprises

1 Les déchets radioactifs combustibles peuvent être incinérés de manière conventionnelle dans l'entreprise où ils ont été produits, ou avec l'assentiment de l'autorité délivrant les autorisations, dans d'autres entreprises:

a. si l'entreprise dispose d'une installation d'incinération des déchets qui satisfait aux prescriptions de l'ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air[29] et de l'ordonnance du 10 décembre 1990 sur le traitement des déchets[30];
b. s'il existe un programme de surveillance adéquat;
c. si les déchets contiennent uniquement les radionucléides H-3 ou C-14.

2 Les déchets contenant d'autres radionucléides peuvent, dans des cas justifiés et avec l'assentiment de l'autorité délivrant les autorisations, être brûlés comme indiqué à l'al. 1.

3 L'activité admise par semaine à l'incinération ne doit pas dépasser l'équivalent de mille fois la limite d'autorisation.

4 Il faut vérifier, par mesure ou par estimation, si les résidus provenant de l'incinération sont à traiter comme des déchets radioactifs.

Art. 128 Matières radioactives naturelles

Les matières dont l'activité spécifique en radionucléides naturels est supérieure à la limite de libération indiquée à l'annexe 2 peuvent exceptionnellement être rejetés dans l'environnement, avec l'assentiment de l'autorité délivrant les autorisations:

a. si une élimination par les canaux habituels n'est pas possible ou engendre des coûts disproportionnés, et
b. si on peut garantir par des mesures appropriées que la dose efficace qu'ils impliquent pour les membres du public reste inférieure à 0,3 mSv par an.

29 RS **814.318.142.1**
30 RS **814.600**

Section 3 Traitement des déchets dans l'entreprise

Art. 129 Contrôle et documentation

Les titulaires d'une autorisation doivent contrôler leurs stocks de déchets radioactifs et tenir un registre de leurs activités qui sont déterminantes pour leur traitement ultérieur ainsi que de leur composition.

Art. 130 Stockage pour décroissance

1 Les déchets radioactifs contenant uniquement des radionucléides de période égale ou inférieure à 100 jours doivent dans la mesure du possible être gardés dans les entreprises qui les ont produits jusqu'à ce que leur activité ait décru à un niveau qui permet de les libérer conformément à l'art. 118 ou de les rejeter dans l'environnement conformément aux art. 124 à 127.

2 Les déchets radioactifs dont l'activité du fait de leur décroissance radioactive atteindra au plus tard 30 ans après la fin de leur utilisation un niveau permettant leur libération conformément à l'art. 118 ou leur rejet dans l'environnement conformément aux art. 122 à 125 doivent être entreposés jusqu'à cette date. Ils doivent être séparés de ceux qui ne remplissent pas cette condition.

3 Durant leur décroissance, les déchets visés aux al. 1 et 2 doivent être:

a. emballés et conservés de manière à empêcher le rejet incontrôlé de substances radioactives et le risque d'incendie;

b. marqués et assortis d'une documentation indiquant leur type, leur teneur en radioactivité et la date envisagée pour leur rejet.

4 Avant le rejet, le respect des critères indiqués aux art. 118 et 122 à 125 doit être contrôlé.

Art. 131 Gaz, poussières, aérosols et liquides

1 Les déchets radioactifs sous forme de gaz, de poussières ou d'aérosol qui ne peuvent pas être rejetés dans l'environnement conformément à l'art. 123 doivent être retenus par des dispositifs techniques appropriés.

2 Les déchets radioactifs liquides qui ne peuvent pas être rejetés dans l'environnement conformément à l'art. 123 doivent être:

a. solidifiés en une forme chimiquement stable, ou

b. incinérés conformément à l'art. 127.

3 L'autorité de surveillance peut admettre des exceptions aux al. 1 et 2 dans la mesure où une solution plus judicieuse pour l'être humain et pour l'environnement est réalisable.

Section 4 Livraison

Art. 132 Déchets radioactifs à livrer

[1] Les déchets radioactifs ne provenant pas de l'utilisation de l'énergie nucléaire doivent être livrés au centre fédéral de ramassage, après avoir été au besoin traités.

[2] L'Institut Paul Scherrer (IPS) exploite le centre fédéral de ramassage.

[3] Ne doivent pas être livrés à l'IPS:

a. les déchets radioactifs qui peuvent être rejetés dans l'environnement;

b. les déchets radioactifs de courte période visés à l'art. 130.

[4] Le DFI règle les modalités techniques du traitement des déchets radioactifs à livrer en attendant leur prise en charge par le centre fédéral de ramassage.

Art. 133 Tâches de l'IPS en tant que centre fédéral de ramassage

L'IPS prend en charge les déchets radioactifs devant lui être livrés et veille à ce qu'ils soient emmagasinés, traités et entreposés.

Art. 134 Groupe de coordination

Un groupe de coordination composé de représentants de l'OFSP, de l'IFSN et de l'IPS établit, à l'intention des autorités de surveillance et des autorités délivrant les autorisations, des recommandations pour garantir une réception sûre des déchets radioactifs devant être livrés.

Chapitre 7 Défaillances

Section 1 Définition

Art. 135

[1] Une défaillance est un événement au cours duquel une installation, un objet ou une activité s'écarte des conditions normales et qui:

a. porte atteinte à la sécurité de l'installation ou de l'objet;

b. peut donner lieu à un dépassement d'une limite d'immission ou d'émission, ou

c. peut donner lieu à un dépassement d'une limite de dose.

[2] La perte ou le vol d'une source radioactive dont l'activité dépasse la limite d'autorisation constitue aussi une défaillance.

Section 2 Prévention

Art. 136 Conception des exploitations

1 Le titulaire de l'autorisation est tenu de prendre les mesures propres à empêcher toute défaillance.

2 L'exploitation doit être conçue de façon à ce que les exigences suivantes soient remplies:

a. pour les défaillances dont la fréquence est supérieure à 10-1 par année, les contraintes de dose liées à la source fixées dans l'autorisation doivent pouvoir aussi être respectées;

b. pour les défaillances dont la fréquence est plus petite ou égale à 10–1 et plus grande que 10–2 par année, une défaillance isolée ne doit pas générer une dose supplémentaire excédant la contrainte de dose liée à la source;

c. pour les défaillances dont la fréquence est plus petite ou égale à 10-2 et plus grande que 10-4 par année, une défaillance isolée ne doit pas générer une dose supérieure à 1 mSv pour les membres du public;

d. pour les défaillances dont la fréquence est plus petite ou égale à 10-4 et plus grande que 10-6 par année, une défaillance isolée ne doit pas générer une dose supérieure à 100 mSv pour les membres du public. L'autorité délivrant les autorisations peut fixer dans certains cas une dose moins élevée;

e. seul un faible nombre de défaillances visées aux let. c et d ne doit pouvoir survenir.

3 Pour les défaillances visées à l'al. 2, let. c et d, et pour les défaillances dont la fréquence est inférieure à 10^{-6} par année mais dont les conséquences peuvent être graves, l'autorité de surveillance exige de l'entreprise qu'elle prenne les mesures préventives nécessaires.

4 Elle fixe dans les cas d'espèce la méthode et les conditions pour l'analyse des défaillances et pour le classement des scénarios de défaillance dans les catégories de fréquences fixées à l'al. 2, let. b à d. La dose efficace ou les doses équivalentes aux organes suite à des défaillances sont à déterminer, au moyen des grandeurs d'appréciation et des facteurs de dose des annexes 3, 6 et 7, de manière conforme à l'état de la science et de la technique.

5 Dans les entreprises où des scénarios de défaillance au sens de l'al. 2, let. d, peuvent se produire, l'autorité de surveillance peut exiger:

a. que l'on consigne les paramètres de l'installation qui sont nécessaires pour suivre le déroulement de l'accident, pour établir des diagnostics et des prévisions et pour en déduire les mesures à prendre pour protéger la population;

b. que les paramètres de l'installation soient transmis continuellement aux autorités de surveillance au moyen d'un réseau résistant aux défaillances.

Art. 137 Rapport de sécurité

1 L'autorité de surveillance peut exiger du titulaire de l'autorisation qu'il présente un rapport de sécurité.

2 Le rapport de sécurité porte sur la description des éléments suivants:

a. les systèmes et les dispositifs de sécurité;

b. les mesures prises en vue d'assurer la sécurité;

c. l'organisation de l'entreprise, qui est déterminante pour la sécurité et la protection contre les rayonnements;

d. les scénarios de défaillance, leurs conséquences maximales possibles pour l'entreprise et le voisinage, ainsi que leur fréquence approximative;

e. dans le cas des entreprises visées à l'art. 149, le plan de protection de la population en cas d'urgence.

3 L'autorité de surveillance peut exiger d'autres documents.

Art. 138 Mesures préventives

1 Les titulaires d'une autorisation sont tenus de prendre les dispositions nécessaires dans leur entreprise pour parer à toute défaillance et à ses conséquences.

2 Ils doivent établir des directives sur les mesures à prendre d'urgence.

3 Ils doivent veiller à ce que les moyens propres à parer à une défaillance soient en tout temps à disposition. Cette prescription s'applique également à la lutte contre le feu dans les locaux où sont utilisées des substances radioactives.

4 Ils doivent veiller à ce que le personnel reçoive régulièrement des instructions sur le comportement à adopter, dispose d'une formation sur les mesures à prendre en cas d'urgence et connaisse l'endroit où sont déposés les moyens d'intervention et la façon de s'en servir.

5 Ils doivent veiller, par des mesures appropriées, à ce que le personnel appelé à intervenir pour maîtriser une défaillance ne reçoive pas une dose dépassant la limite indiquée à l'art. 68.

6 Ils doivent renseigner les organes cantonaux compétents et les services d'intervention sur les sources de rayonnements présentes dans leur entreprise.

7 L'autorité de surveillance peut exiger que les liaisons, le fonctionnement des moyens d'intervention et la formation du personnel soient contrôlés lors d'exercices. Elle peut organiser elle-même des exercices.

Section 3 Mesures à prendre pour parer à une défaillance

Art. 139 Mesures d'urgence

1 Les titulaires d'une autorisation doivent prendre toutes les mesures propres à parer à une défaillance et à ses conséquences.

2 Ils doivent, sans délai, notamment:

a. empêcher la défaillance de s'étendre, en prenant notamment des mesures à la source;

b. veiller à ce que les personnes ne participant pas à l'intervention ne pénètrent pas dans la zone de danger ou qu'elles la quittent sans tarder;

c. prendre des mesures de protection pour le personnel d'intervention, telles que surveillance de la dose et instruction;

d. recenser toutes les personnes ayant participé à l'intervention, contrôler leurs contaminations et incorporations et procéder au besoin à la décontamination.

3 Ils doivent le plus tôt possible:

a. éliminer les contaminations résultant de la défaillance;

b. prendre les mesures nécessaires à une analyse de la défaillance.

Art. 140 Obligation de notification pour les titulaires d'une autorisation

1 Les titulaires d'une autorisation sont tenus de notifier toute défaillance à l'autorité de surveillance et en outre, pour les défaillances visées à l'art. 135, let. b, à la Centrale nationale d'alarme (CENAL).

2 Ils doivent en outre notifier sans délai à l'autorité de surveillance et à la Suva les défaillances ayant conduit à un dépassement d'une limite de dose pour les personnes de leur entreprise qui sont professionnellement exposées aux radiations.

Art. 141 Devoirs de l'autorité de surveillance et de l'autorité délivrant les autorisations

1 L'autorité de surveillance évalue la défaillance et informe l'autorité délivrant les autorisations.

2 L'autorité délivrant les autorisations transmet les informations concernant les défaillances aux autorités concernées, ceci dans la mesure où elles sont nécessaires pour l'exécution d'une tâche.

3 L'IFSN notifie à l'AIEA le classement de la défaillance à partir du niveau 2 sur l'échelle internationale des événements nucléaires (INES).

Art. 142 Enquête et rapport par les titulaires d'une autorisation

1 Après toute défaillance, les titulaires d'une autorisation doivent sans délai effectuer une enquête.

2 Le résultat de l'enquête doit être consigné dans un rapport qui comprendra:

a. la description de la défaillance, ses causes, les conséquences qu'elle a eues et pourrait encore avoir, ainsi que celle des mesures prises;

b. la description des mesures prévues ou qui ont déjà été prises pour prévenir semblables défaillances.

3 Le titulaire de l'autorisation doit remettre le rapport à l'autorité de surveillance au plus tard six semaines après la défaillance.

Art. 143 Mesures à prendre lors d'un dépassement d'une limite d'immission

Si l'OFSP constate qu'une limite d'immission est dépassée, il en détermine la cause et prend les mesures nécessaires.

Art. 144 Information concernant les défaillances

L'autorité de surveillance veille à ce que les personnes concernées, les cantons et la population soient informés à temps des défaillances.

Titre 4 Situations d'exposition d'urgence

Chapitre 1 Définition et niveaux de référence

Art. 145 Définition

Un cas d'urgence est un événement avec augmentation de la radioactivité ou la conséquence d'une action intentionnelle qui exige des mesures immédiates afin de réduire une menace ou des conséquences préjudiciables pour la santé de l'être humain et sa sécurité, pour les conditions de vie et pour l'environnement.

Art. 146 Niveaux de référence pour la population

[1] Dans les situations d'urgence, un niveau de référence de 100 mSv durant la première année est applicable aux membres de la population.

[2] En fonction de la situation, l'Etat-major fédéral compétent en cas d'événement ABCN (EM ABCN) peut requérir auprès du Conseil fédéral une baisse du niveau de référence.

Art. 147 Niveaux de référence pour les personnes astreintes

[1] Dans les situations d'exposition d'urgence, un niveau de référence de 50 mSv par an s'applique, dans le cadre de leur engagement, aux personnes astreintes.

[2] L'EM ABCN fixe des contraintes de dose pour les activités des personnes astreintes.

[3] Pour sauver des vies humaines, empêcher de graves dommages sanitaires induits par les rayonnements ou empêcher l'apparition de situations catastrophiques, un niveau de référence de 250 mSv est applicable.

Chapitre 2 Mesures préparatoires

Art. 148 Prévention des situations d'urgence

[1] L'Office fédéral de la protection de la population (OFPP) est responsable, en collaboration avec les services concernés et les cantons, de l'élaboration des mesures préparatoires en vue des situations d'exposition d'urgence.

[2] L'OFPP veille, en collaboration avec l'OFSP, aux préparatifs de l'organisation de prélèvement d'échantillons et de mesure conformément à l'art. 4*a* de l'ordonnance du 17 octobre 2007 sur la Centrale nationale d'alarme (OCENAL)[31].

[3] L'OFSP est responsable de la préparation des mesures requises pour la protection de la santé de la population. La réglementation des mesures de protection durant la phase aiguë au sens de l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN[32] demeure réservée.

[4] Il assiste l'EM ABCN dans les questions de protection sanitaire lors de l'élaboration d'une stratégie d'intervention applicable aux situations d'exposition d'urgence. Cette stratégie doit se baser sur des valeurs de référence. L'IFSN fournit les bases nécessaires concernant les scénarios de référence des centrales nucléaires.

[5] L'OFSP veille au maintien des connaissances concernant le traitement des personnes fortement irradiées.

Art. 149 Protection en cas d'urgence au voisinage d'entreprises

[1] S'agissant des entreprises dans lesquelles un cas d'urgence peut avoir lieu en raison des quantités et des activités autorisées de radionucléides, l'autorité délivrant les autorisations fixe dans quelle mesure ces entreprises doivent participer à la préparation et à l'exécution de mesures à prendre en cas d'urgence dans leur voisinage ou prendre elles-mêmes de telles dispositions.

[2] Elle fait appel aux organes cantonaux compétents et aux services d'intervention pour la préparation des mesures à prendre en cas d'urgence et les informe des mesures prises.

Chapitre 3 Mesures à prendre pour parer à une défaillance

Art. 150 Obligation de notification

[1] Le titulaire de l'autorisation est tenu de notifier sans délai tout cas d'urgence selon les prescriptions données par l'autorité de surveillance et par la CENAL.

[2] L'OFSP notifie tout cas d'urgence à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) conformément au Règlement sanitaire international du 23 mai 2005[33].

Art. 151 Obligation d'information

L'autorité de surveillance veille à ce que les personnes affectées dans l'entreprise, la population et les cantons concernés soient informés à temps des cas d'urgence. L'art. 9 de l'ordonnance sur les interventions ABCN[34] est réservé.

31 RS **520.18**
32 RS **520.17**
33 RS **0.818.103**
34 RS **520.17**

Art. 152 Détermination des doses de rayonnements

[1] L'OFSP est responsable du calcul, du bilan et de la vérification des doses de rayonnements reçues par la population. Durant la phase aiguë, cette responsabilité incombe à la CENAL conformément à l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN[35].

[2] Les autorités de surveillance, OFSP et IFSN, fixent en collaboration avec la CENAL les méthodes et les modèles à appliquer lors de la détermination des doses de rayonnements.

[3] Les facteurs de dose indiqués aux annexes 5 et 6 sont applicables pour le calcul simplifié des doses.

Art. 153 Conduite dans les situations d'exposition d'urgence

[1] Au terme de l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN[36], l'EM ABCN est en charge de la conduite dans les situations d'exposition d'urgence. Il prend en compte la stratégie indiquée à l'art. 148.

[2] En cas d'événement la CENAL engage l'organisation de prélèvement d'échantillons et de mesure conformément à l'art. 4*a* OCENAL[37].

[3] L'OFSP apporte son soutien à la CENAL dans l'élaboration des programmes de mesure.

[4] Il conseille l'EM ABCN lors de la prise de mesures visant à la protection de la santé de la population.

[5] Sur la base de la situation radiologique, l'EM ABCN soumet au Conseil fédéral une demande de passage d'une situation d'exposition d'urgence à une situation d'exposition existante.

Chapitre 4 Personnes astreintes

Art. 154 Groupes de personnes

[1] En cas de danger dû à une augmentation de la radioactivité, sont astreints à accomplir les tâches mentionnées à l'art. 20, al. 2, let. b, LRaP:

a. les membres des autorités et des administrations;

b. les personnes et les organisations de l'armée et celles chargées de la protection de la population (police, service du feu, premier secours et membres de la protection civile);

c. les personnes et les entreprises telles que les équipes de mesure et de protection contre les rayonnements chargées de parer aux dommages immédiats;

35 RS **520.17**
36 RS **520.17**
37 RS **520.18**

d. les personnes et les entreprises de transports publics et privés, pour effectuer des transports de personnes et de marchandises ainsi que des évacuations;

e. les personnes et les entreprises chargées de parer aux dommages indirects, par exemple, en prenant des mesures à la source en vue d'empêcher une extension de la contamination au voisinage;

f. les médecins et le personnel médical spécialisé, pour dispenser des soins aux personnes contaminées par la radioactivité ou à d'autres personnes concernées;

g. les personnes et les entreprises qui doivent, dans le cadre de leurs activités professionnelles et commerciales usuelles, entretenir des infrastructures critiques;

h. les personnes et les entreprises qui doivent, dans le cadre de leurs activités professionnelles et commerciales usuelles, maintenir des services publics indispensables.

2 Les personnes de moins de 18 ans et les femmes enceintes sont dispensées des interventions visées à l'al. 1.

Art. 155 Protection de la santé

1 L'exposition aux rayonnements des personnes astreintes doit être déterminée à des intervalles adéquats et par des mesures appropriées.

2 Toute personne astreinte qui a reçu une dose efficace excédant 250 mSv doit être placée sous contrôle médical.

3 Les contrôles médicaux et les tâches associées en cas de dépassement sont régis par l'art. 71, al. 2 à 5.

Art. 156 Equipement

1 L'EMF ABCN veille à ce que, lors d'événements ABCN, les personnes astreintes disposent de l'équipement nécessaire à l'exécution de leurs tâches et à la protection de leur santé.

2 Font partie de l'équipement nécessaire, notamment:

a. un nombre suffisant d'instruments de mesure et de dosimètres pour déterminer l'exposition aux rayonnements;

b. des moyens de protection contre les incorporations et les contaminations.

Art. 157 Couverture d'assurance et indemnisation

1 En cas d'augmentation de la radioactivité, les personnes astreintes sont assurées contre les accidents et la maladie. Si l'assurance obligatoire en cas d'accidents et les assurances privées n'offrent pas une couverture suffisante, la Confédération garantit l'octroi des prestations selon les dispositions de la loi fédérale du 19 juin 1992 sur l'assurance militaire[38]. On pourra au besoin faire appel à l'assurance militaire pour l'exécution.

[38] RS **833.1**

[2] Les personnes et les entreprises astreintes qui, du fait de leur activité, doivent assumer des frais non couverts sont dédommagées par la Confédération. Le DDPS règle les modalités d'octroi des indemnités.

Titre 5 Situations d'exposition existante

Chapitre 1 Principes

Art. 158

[1] Un niveau de référence de 1 mSv par an est applicable auxsituations d'exposition existante. Sont réservés le niveau de référence du radon visé à l'art. 164 et la valeur de seuil visée à l'art. 165.

[2] L'OFSP peut, au cas par cas, proposer au Conseil fédéral des niveaux de référence pouvant se situer jusqu'à 20 mSv par an, notamment lorsque les mesures visées à l'art. 180 l'exigent.

Chapitre 2 Héritages radiologiques

Section 1 Définition

Art. 159

[1] Les héritages radiologiques sont:

a. les objets contenant des sources radioactives dont l'activité est supérieure à la limite de libération et qui n'ont jamais été soumis à un contrôle réglementaire ou l'ont été de façon limitée;

b. les objets contenant des sources radioactives dont le délai d'autorisation de type à l'emploi général ou limité, conformément à l'art. 29, let. c, LRaP, a expiré et n'a pas été prolongé;

c. des sites contaminés suite à des activités antérieures qui n'ont jamais été soumises à un contrôle réglementaire ou l'ont été de façon limitée.

[2] Les sources radioactives qui ont été libérées après le 1er octobre 1994 conformément à l'art. 118 ne constituent pas des héritages radiologiques.

Section 2 Objets

Art. 160

[1] L'OFSP veille à l'élimination des objets visés à l'art. 159, al. 1, let. a et b. Au demeurant, l'élimination est régie par les art. 119 à 134.

[2] Ces objets peuvent être réutilisés si cela se justifie dans le cadre d'une autorisation selon l'art. 21, al. 1, let. d.

Section 3 Sites

Art. 161 Sites potentiellement contaminés

[1] L'OFSP tient un inventaire des sites visés à l'art. 159, al. 1, let. c, qui sont potentiellement contaminés et réunit à cet effet les informations suivantes:

a. les informations sur le site (coordonnées, numéro de parcelle);

b. les informations sur les activités antérieures et la période correspondante;

c. les indications sur le bâtiment (dans la mesure où elles existent);

d. les données d'examen;

e. la décision et les données concernant l'assainissement ainsi que les résultats de mesures de libération après assainissement, y compris les éventuelles restrictions;

f. les données concernant le propriétaire et l'utilisateur du site (nom, adresse, numéro postal, localité).

[2] Ont accès aux données de l'inventaire, dans le cadre des missions qui leur sont confiées:

a. les collaborateurs de la division Radioprotection de l'OFSP;

b. les collaborateurs du secteur Physique de la Suva; ils ont accès au moyen d'une procédure d'appel.

[3] Les données demeurent enregistrées dans l'inventaire pendant 100 ans au maximum après l'achèvement de l'assainissement. Après ce délai, leur transfert dans les Archives fédérales est proposé.

Art. 162 Examen des sites

[1] L'OFSP veille à ce qu'un examen des sites visés à l'art. 156 soit réalisé lorsqu'une mise en danger de l'être humain et de l'environnement par les rayonnements ionisants ne peut être exclue. Il en informe à l'avance les cantons et les communes concernés.

[2] Le propriétaire et l'utilisateur ont l'obligation de garantir à l'OFSP l'accès aux sites concernés pour leur examen.

[3] L'OFSP fixe la procédure des examens et les réalise.

[4] Il peut mandater des tiers pour l'exécution des examens.

Art. 163 Assainissement des sites

[1] En se basant sur l'examen, l'OFSP évalue la dose efficace reçue par les personnes qui séjournent dans le bâtiment. Il informe ces personnes, le propriétaire du site, l'utilisateur, le canton ainsi que la commune sur les résultats de l'examen.

[2] Si la dose est inférieure au niveau de référence indiqué à l'art. 158, al. 1, le site peut être libéré.

[3] Si la dose est supérieure au niveau de référence, les mesures suivantes sont à prendre:

a. l'OFSP déclare le site comme héritage radiologique; ceci est indiqué dans le registre foncier;

b. le propriétaire du site concerné doit charger une entreprise possédant l'autorisation requise de procéder aux mesures d'assainissement nécessaires et informer l'OFSP du début des travaux;

c. l'autorité de surveillance:

1. surveille les travaux d'assainissement et peut ordonner des mesures pour la protection des travailleurs et de l'environnement,

2. veille à l'élimination, en tant que déchets conformément aux art. 119 à 134, des sources radioactives et des matériaux contaminés enlevés lors de l'assainissement,

3. libère le site lorsque le niveau de référence est respecté.

[4] Le responsable du danger associé à l'héritage radiologique assume les coûts d'assainissement et d'élimination. Dans le cas où il y a plusieurs responsables, les coûts des mesures d'assainissement sont répartis entre eux selon leur part de responsabilité. Celui qui par son comportement a occasionné les mesures en supporte en premier lieu les coûts.

[5] Celui qui n'intervient que comme propriétaire du site ne prend en charge aucun coût s'il ne pouvait pas, dans le cadre de son devoir de diligence, avoir connaissance de la situation.

[6] Lorsque le propriétaire n'est pas libéré de la prise en charge des coûts au sens de l'al. 5, le calcul de sa participation aux coûts prend notamment en considération:

a. s'il était déjà responsable du site au moment où la situation s'est présentée et aurait pu l'empêcher;

b. s'il répond pour la part de responsabilité du prédécesseur en droit;

c. il a tiré ou tirera un avantage économique non négligeable de la contamination ou de l'assainissement.

[7] La Confédération prend en charge la part des coûts des responsables qui ne peuvent être identifiés, qui sont insolvables ou qui ont été déchargés ou libérés de la prise en charge des coûts.

Chapitre 3 Radon

Section 1 Dispositions générales

Art. 164 Niveaux de référence du radon

[1] Le niveau de référence du radon correspond à la concentration de gaz radon dont le dépassement implique la mise en œuvre d'actions de protection conformément aux art. 175 à 177.

2 Pour la concentration annuelle moyenne de radon dans les bâtiments, un niveau de référence de 300 Bq/m^3 s'applique. Sont réservées les dispositions visées à l'art. 165.

Art. 165 Valeur de seuil au poste de travail

1 La valeur de seuil correspond à la concentration de radon dont le dépassement implique la prise immédiate de mesures conformément à l'art. 177.

2 Une valeur de seuil de 1000 Bq/m^3 est applicable aux concentrations de radon:

a. aux postes de travail situés dans des bâtiments existants si la dernière autorisation de construire a été délivrée avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance;

b. aux postes de travail exposés au radon visés à l'art. 174.

Art. 166 Service technique et d'information sur le radon et plan d'action radon

1 L'OFSP gère un service technique et d'information sur le radon.

2 Le service assume notamment les tâches suivantes:

c. il met en œuvre le plan d'action radon du Conseil fédéral;

d. il émet régulièrement des recommandations sur les mesures de protection et appuie les cantons dans l'exécution;

e. il informe et conseille les cantons, les propriétaires, les locataires, les spécialistes du bâtiment et les autres milieux intéressés;

f. il conseille les personnes concernées et les services intéressés sur les actions de protection adéquates;

g. il met régulièrement à disposition des cantons une vue d'ensemble sur les bâtiments ayant fait l'objet de mesures du radon;

h. il reconnaît et surveille les services de mesure du radon visés à l'art. 168;

i. il publie la liste des consultants en radon visés à l'art. 170, al. 2;

j. il se procure les bases scientifiques nécessaires à l'application des mesures de protection contre le radon;

k. il évalue régulièrement l'impact des mesures de protection et les adapte le cas échéant.

3 L'OFSP peut mandater des tiers pour les activités de conseil visées à l'al. 2, let. d.

Art. 167 Compétence

Sont compétents pour l'exécution des actions de protection contre le radon:

a. dans les locaux d'habitation et de séjour, notamment dans les écoles et les jardins d'enfants: les cantons;

b. sur les lieux de travail: les autorités de surveillance.

Art. 168 Agrément des services de mesure du radon

1 Les mesures du radon doivent être effectuées par des services de mesure agréés.

2 L'OFSP reconnaît un service de mesure pour effectuer des mesures du radon, si celui-ci:

a. dispose du personnel compétent et des systèmes de mesure appropriés pour remplir les tâches requises par la réglementation, et

b. garantit le parfait accomplissement des tâches, notamment en veillant à l'absence de conflits d'intérêts.

3 Il limite à cinq ans au maximum la durée de validité de l'agrément.

4 Le DFJP fixe les exigences techniques afférentes aux systèmes de mesure et les procédures pour le maintien de la constance des mesures.

Art. 169 Devoirs des services de mesure du radon

Les services agréés de mesure du radon ont l'obligation:

a. de s'en tenir aux protocoles de mesure prescrits;

b. d'introduire les données dans un délai de deux mois après leur mesure dans la banque de données du radon;

c. de notifier sans délai à l'autorité compétente visée à l'art. 167 tout dépassement du niveau de référence visé à l'art. 164, al. 2 ainsi que de la valeur de seuil visée à l'art. 165, au plus tard lors de l'introduction des valeurs dans la banque de données du radon.

Art. 170 Consultants en radon

1 Les consultants en radon assistent et conseillent, en tenant compte de l'état de la technique, les maîtres d'ouvrage, les spécialistes de la construction et les propriétaires de bâtiments lors de l'application d'actions préventives de protection contre le radon et lors des assainissements.

2 Sur demande, les consultants en radon au bénéfice d'une formation et d'une formation continue conformément à l'art. 20, let. c, et actifs en Suisse sont inscrits sur une liste des consultants publiée par l'OFSP.

Art. 171 Banque de données du radon

1 L'OFSP gère une banque de données centrale du radon. Il y enregistre les informations qui sont nécessaires pour évaluer en permanence l'exécution des mesures du radon et des assainissements et pour effectuer des études statistiques et scientifiques.

2 Les données suivantes sont consignées dans la banque de données centrale du radon:

a. informations sur le site (coordonnées, numéro de parcelle);

b. informations sur le bâtiment;

c. informations sur le local;

d. données de mesure du radon;

e. données concernant l'assainissement;

f. propriétaire et utilisateur du bâtiment (nom, adresse, code postal, lieu);

g. date de construction du bâtiment.

3 Les collaborateurs du Service technique et d'information sur le radon sont habilités à traiter les données de la banque de données selon le règlement de traitement.

4 Au moyen d'une procédure d'appel, l'OFSP met:

a. à disposition des services de mesure agréés les données qu'ils ont eux-mêmes recueillies;

b. à disposition des cantons toutes les données recueillies sur leur territoire.

5 Les données figurant dans la banque de données sont supprimées après 100 ans.

Section 2 Actions préventives de protection contre le radon et mesures du radon

Art. 172 Protection contre le radon dans les nouveaux bâtiments et lors de transformations

1 Sont considérés comme nouveaux bâtiments ceux dont l'autorisation de construction a été octroyée après l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

2 Dans le cadre de la procédure d'autorisation de construire, le canton rend le maître d'ouvrage attentif aux exigences de la présente ordonnance concernant le radon.

3 Le maître d'ouvrage doit veiller à ce que des actions de construction préventives correspondant à l'état de la technique soient mises en œuvre afin d'atteindre une concentration de gaz radon inférieure au niveau de référence visé à l'art. 164, al. 2.

4 Le propriétaire a l'obligation de procéder à ses frais à une mesure agréée de radon dans les locaux d'habitation et de séjour dans un délai d'une année à partir de l'occupation du nouveau bâtiment.

Art. 173 Mesures du radon dans les locaux d'habitation et de séjour

1 Le canton peut exiger du propriétaire que des mesures agréées de radon soient effectuées dans les locaux de séjour et d'habitation.

2 Il veille à ce que des mesures agréées de radon soient effectuées par sondage dans les écoles et les jardins d'enfants.

Art. 174 Mesures du radon aux postes de travail exposés au radon

1 Sont considérés comme exposés au radon les postes de travail auxquels on peut admettre que la valeur de seuil de 1000 Bq/m^3 indiqué à l'art. 165 est dépassée. Ce sont notamment les postes de travail dans les constructions souterraines, les mines, les grottes et les installations d'approvisionnement en eau ainsi que ceux qui sont classés comme tels par l'autorité de surveillance.

[2] Les entreprises disposant de postes de travail exposés au radon veillent à ce que des mesures de radon soient effectuées par un service agréé de mesure du radon.

[3] L'autorité de surveillance peut effectuer des mesures par sondage aux postes de travail présentant un risque lié au radon.

Section 3 Actions visant à réduire l'exposition au radon

Art. 175 Assainissement en radon dans les nouveaux bâtiments

Lorsque le niveau de référence du radon de 300 Bq/m^3 visé à l'art. 164, al. 2, est dépassé dans un nouveau bâtiment, l'autorité compétente visée à l'art. 167 ordonne la réalisation d'un assainissement en radon dans un délai d'une année.

Art. 176 Assainissement en radon de locaux d'habitation et de séjour dans des bâtiments existants

[1] Lorsque le niveau de référence de 300 Bq/m^3 visé à l'art. 164, al. 2, est dépassé, le canton ordonne la réalisation d'un assainissement en radon:

a. au cas par cas dans les locaux d'habitation et de séjour, en fonction de l'urgence et de la situation économique, mais au plus tard lors de la prochaine transformation exigeant une autorisation de construire;

b. dans le cas des écoles et des jardins d'enfants, dans un délai de 3 ans.

[2] Le canton peut accorder au cas par cas des allègements dans le cas où l'assainissement en radon est disproportionné. Il doit notifier ces cas à l'OFSP.

[3] En vue de contrôler le succès de l'assainissement, le propriétaire veille, dans un délai d'une année après son achèvement, à l'exécution d'une mesure de contrôle agréée et en communique les résultats au canton ainsi qu'à l'OFSP.

[4] Il assume les frais de l'assainissement en radon.

Art. 177 Actions de protection aux postes de travail

[1] Si la valeur de seuil de 1000 Bq/m^3 visée à l'art. 165 est dépassée, l'entreprise doit déterminer la concentration intégrée mensuelle de gaz radon à laquelle les employés sont exposés et vérifier cette concentration au moins tous les cinq ans.

[2] Si la concentration intégrée mensuelle de gaz radon à laquelle est exposée une personne à son poste de travail est supérieure à 170 kBqh/m^3, l'entreprise prend des mesures organisationnelles ou techniques.

[3] Si, malgré ces mesures, la concentration intégrée mensuelle de gaz radon à laquelle est exposée une personne à son poste de travail est supérieure à 170 kBqh/m^3, la personne est à considérer comme professionnellement exposée aux radiations.

Chapitre 4 Matières radioactives naturelles (NORM)

Art. 178 Branches industrielles concernées

1 Les branches industrielles qui utilisent des matières radioactives naturelles (NORM) sont notamment:

a. les installations de filtration des eaux souterraines;

b. la production de gaz naturel;

c. la production d'énergie géothermique;

d. l'industrie du zircon et du zirconium;

e. la fabrication de ciment et les activités de fonderie.

2 Dans les branches industrielles visées à l'al. 1, les entreprises veillent à ce que des mesures soient effectuées afin de déterminer si:

a. le personnel est professionnellement exposé aux radiations conformément à l'art. 63, al. 1;

b. l'activité est soumise à autorisation conformément à l'art. 21, al. 2.

3 Les résultats des mesures doivent être notifiés à l'autorité de surveillance.

4 L'autorité de surveillance peut effectuer des mesures par sondage dans les branches industrielles concernées par les NORM.

Art. 179 Matériaux de construction

1 Les matériaux de construction dont l'indice de concentration d'activité est inférieur ou égal à 1 peuvent être mis sur le marché sans limitation. Ceux dont l'indice est supérieur à 1 doivent être notifiés à l'OFSP.

2 La mise sur le marché de matériaux de construction qui peuvent conduire à un dépassement du niveau de référence fixé à l'art. 158 n'est pas licite.

3 L'OFSP peut effectuer par sondage des mesures de l'indice de concentration d'activité dans les matériaux de construction.

Chapitre 5 Contamination durable après un accident

Art. 180

L'OFSP prépare les mesures à long terme que devront prendre la Confédération et les cantons en vue de maîtriser les conséquences de l'accident après le passage d'une situation d'exposition d'urgence à une situation d'exposition existante conformément à l'art. 153, al. 5.

Chapitre 6 Dépassement dans les denrées alimentaires des quantités maximales associées à un événement

Art. 181

[1] Lorsque les autorités cantonales d'exécution observent, dans une situation d'exposition d'urgence ou dans la situation d'exposition existante qui en découle, un dépassement dans les denrées alimentaires d'une quantité maximale associée à un événement, ils en informent l'OSAV.

[2] L'OSAV informe l'OFSP et les autres cantons des notifications qui lui parviennent au terme de l'al. 1.

Titre 6 Surveillance et consultation

Chapitre 1 Surveillance

Section 1 Autorités de surveillance

Art. 182

[1] L'OFSP, la Suva, l'IFSN et l'OFAC sont compétents pour la surveillance visée dans la présente ordonnance.

[2] L'OFSP exerce la surveillance sur les entreprises qui ne sont pas sous la surveillance de la Suva, de l'IFSN ou de l'OFAC, notamment:

a. les entreprises médicales;

b. les instituts de recherche et d'enseignement.

[3] L'IFSN exerce la surveillance sur:

a. les installations nucléaires;

b. les études géologiques visées à l'art. 35 de la LENu[39];

c. la réception et l'expédition de substances radioactives en provenance ou à destination d'installations nucléaires.

[4] La Suva exerce la surveillance sur les entreprises industrielles et artisanales.

[5] Les autorités de surveillance visées aux al. 2 à 4 coordonnent l'exécution et se concertent en cas de doute concernant la compétence. A cet effet elles se rencontrent régulièrement.

[6] L'OFAC exerce la surveillance sur les compagnies aériennes en ce qui concerne le contrôle du personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

39 RS **732.1**

Section 2 Devoirs

Art. 183 Devoirs d'archivage et d'information

Les autorités de surveillance ont l'obligation d'archiver la documentation concernant l'octroi des autorisations, les adaptations de celles-ci ainsi que la surveillance. Elles mettent à disposition des autorités délivrant les autorisations, sur demande et en tout temps, la documentation dont ces dernières ont besoin.

Art. 184 Informations concernant les événementsd'intérêt public

L'autorité de surveillance veille à ce que les personnes et les cantons concernés ainsi que la population soient informés à temps au sujet des événementsd'intérêt public.

Section 3 Contrôles

Art. 185 Principe

Les autorités de surveillance contrôlent par sondage et de façon graduée en fonction du niveau de risque si les prescriptions sont respectées et si la protection de l'être humain et de l'environnement contre les dangers des rayonnements ionisants est garantie.

Art. 186 Obligations de collaboration

[1] Toutes les informations requises pour le contrôle sont à remettre gratuitement à l'autorité de surveillance et tous les appareils, objets et dossiers sont à mettre à sa disposition.

[2] L'accès aux installations, aux appareillages et aux secteurs doit leur être donné, dans la mesure où cela est nécessaire pour l'exécution des contrôles.

Art. 187 Recours à des tiers

L'OFSP peut confier l'exécution de contrôles à des tiers, notamment:

a. aux entreprises qui effectuent l'assurance de qualité sur les installations à usage diagnostique;

b. aux experts qui réalisent les audits cliniques.

Art. 188 Contrôle des importations, des exportations et du transit

[1] Lors de l'importation, de l'exportation et du transit, les bureaux de douane vérifient, dans le cadre de leurs contrôles, si l'entreprise dispose d'une autorisation de transport de sources radioactives.

[2] Ils contrôlent, sur demande de l'autorité de surveillance, si les marchandises importées, exportées ou en transit satisfont aux exigences de la présente ordonnance.

3 De concert avec la Direction générale des douanes, l'OFSP organise des contrôles périodiques ciblés visant à vérifier les marchandises importées, exportées et en transit ainsi que les personnes lors de leur entrée.

4 L'OFSP coordonne, avec l'appui de la Direction générale des douanes et du laboratoire de Spiez, les besoins en dispositifs de mesure, leur acquisition ainsi que leur entretien, et prépare l'engagement dans des situations particulières.

5 L'OFSP est compétent pour l'approbation des conventions réglant la reprise éventuelle de déchets radioactifs visée à l'art. 25, al. 3, let. d, LRaP.

6 En accord avec les autorités délivrant les autorisations, la Direction générale des douanes établit des directives concernant le contrôle de l'importation, de l'exportation et du transit de sources radioactives.

7 L'Administration fédérale des douanes met à disposition des autorités de surveillance et des autorités délivrant les autorisations, sur demande et dans la mesure où cela est nécessaire pour l'exécution de la présente ordonnance, les données concernant les déclarations en douane.

Section 4 Surveillance du rayonnement ionisant et de la radioactivité dans l'environnement

Art. 189 Compétence

1 L'OFSP surveille les rayonnements ionisants et la radioactivité dans l'environnement.

2 L'IFSN surveille en plus les rayonnements ionisants et la radioactivité au voisinage des installations nucléaires.

3 Pour déterminer l'exposition de la population à la radioactivité dans l'environnement, l'OFSP effectue des mesures dans des milieux d'échantillonnage adéquats, tels que les particules en suspension dans l'air, l'eau destinée à la consommation humaine ou les denrées alimentaires. A cet effet il peut collaborer avec les cantons.

Art. 190 Réseaux automatiques de mesure pour la surveillance de l'environnement à proximité des centrales nucléaires

1 L'IFSN exploite un réseau automatique de mesure pour surveiller les rayonnements ionisants à proximité immédiate des centrales nucléaires.

2 L'OFSP exploite également un réseau automatique de mesure pour surveiller la radioactivité de l'environnement. En collaboration avec l'IFSN, il formule les exigences applicables à ce réseau de mesure en matière de surveillance de l'environnement à proximité des centrales nucléaires.

3 Les exploitants de centrales nucléaires supportent les coûts d'acquisition et d'exploitation des réseaux automatiques de mesure pour la surveillance de la radioactivité dans les zones de protection d'urgence conformément à l'ordonnance du 20

octobre 2010 sur la protection en cas d'urgence au voisinage des installations nucléaires[40].

4 Sont considérés comme coûts d'acquisition les coûts pour l'achat des appareils, hormis ceux qui sont associés à la planification. Sont considérés comme coûts d'exploitation les coûts de location des sites et ceux liés à la garantie de la sécurité des informations, à l'entretien, à la réparation et à l'alimentation électrique.

5 L'OFSP et l'IFSN mettent chaque année à la charge de chacun des exploitants les coûts de l'année précédente associés à leurs stations de mesure respectives.

Art. 191 Programme de prélèvement d'échantillons et de mesures

1 L'OFSP établit, pour les situations d'exposition planifiée et existante, un programme de prélèvement d'échantillons et de mesures en collaboration avec l'IFSN, la Suva, la CENAL et les cantons.

2 Les laboratoires de la Confédération (l'IPS, l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux ainsi que le Laboratoire de Spiez) sont tenus de collaborer à l'exécution dudit programme et de tenir en permanence à disposition le personnel et les moyens matériels nécessaires. A cet effet, il peut être fait appel à des tiers.

Art. 192 Collecte des données, appréciation de la situation radiologique et rapport

1 L'IFSN, la Suva, la CENAL, les cantons et les laboratoires participants mettent à la disposition de l'OFSP, sous une forme interprétée, les données qu'ils ont collectées dans le cadre de la surveillance.

2 Se basant sur les résultats du programme de surveillance visé à l'art. 191, l'OFSP évalue la situation radiologique. Il calcule et contrôle les doses accumulées par la population. Sont réservées les dispositions de l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN[41] applicables dans les situations d'exposition d'urgence.

3 Il détermine l'exposition du public sur la base des annexes 3 et 6.

4 Il établit et publie chaque année un rapport sur les résultats de la surveillance de la radioactivité et sur les doses de rayonnements qui en résultent pour la population.

Art. 193 Seuils d'investigation pour la surveillance de l'environnement

1 Si l'on constate des concentrations de radionucléides artificiels dans l'environnement qui peuvent conduire, pour les membres du public, à une dose efficace supérieure à 10 µSv par an par une voie d'exposition donnée,

a. l'OFSP est tenu d'en rechercher la cause et d'en informer l'autorité de surveillance concernée, et

b. l'autorité de surveillance concernée doit ordonner, quand cela est possible, que des mesures d'optimisation visant à réduire le rejet soient prises.

40 SR **732.33**

41 SR **520.17**

[2] Si l'on constate des concentrations de radionucléides naturels dans l'eau de boisson qui peuvent conduire à une dose efficace supérieure à 100 μSv par an pour les membres de la population ou, dans le cas du radon, une concentration supérieure à 100 Bq/l, l'OFSP doit:

a. mettre en place un programme particulier de surveillance afin de contrôler si un risque pour la santé humaine existe, nécessitant des mesures de protection;

b. si nécessaire, engager des mesures correctives pour améliorer la qualité de l'eau de façon à ce qu'elle corresponde aux exigences de protection sanitaire du point de vue de la radioprotection.

Section 5 Recherche

Art. 194

[1] Après entente mutuelle, les autorités de surveillance peuvent donner des mandats de recherche portant sur les effets des rayonnements et la radioprotection ou participer elles-mêmes à de telles recherches.

[2] Dans la mesure de leurs possibilités, l'IPS, le laboratoire de Spiez et d'autres services de la Confédération sont à la disposition des autorités de surveillance pour exécuter des mandats de recherche sur les effets des rayonnements et la radioprotection.

Chapitre 2 Commission fédérale de radioprotection

Art. 195

[1] La Commission fédérale de radioprotection (CPR) est une commission consultative permanente au sens de l'art. 8*a*, al. 2, de l'ordonnance du 25 novembre 1998 sur l'organisation du gouvernement et de l'administration (OLOGA) [42].

[2] Elle tient lieu d'organe consultatif du Conseil fédéral, du DFI, du DETEC, du DDPS, de l'IFSN, des offices intéressés ainsi que de la Suva pour les questions liées à la radioprotection. Dans ce cadre elle assume les tâches suivantes:

a. elle informe régulièrement la population sur la situation de la radioprotection en Suisse;

b. elle donne son avis notamment sur:
   1. l'interprétation et l'évaluation des recommandations internationales concernant la radioprotection en vue de leur application en Suisse,
   2. l'élaboration et le développement de principes unifiés d'application des prescriptions concernant la radioprotection,

42 RS **172.010.1**

3. la radioactivité dans l'environnement, les résultats de la surveillance, l'interprétation de ces résultats et les doses de rayonnements qui en résultent pour la population;

c. elle élabore, en collaboration avec les associations professionnelles concernées, des recommandations visant à la justification des procédures visées à l'art. 39, al. 1 et 2 et les publie[43];

d. elle élabore, sur mandat du Conseil fédéral ou des autorités de surveillance, des rapports et des avis.

3 Elle est composée d'experts des milieux scientifiques et industriels.

4 Le Conseil fédéral nomme le président, le vice-président et les autres membres sur proposition du DFI.

5 La CPR peut proposer au DFI des remplaçants ou des nouveaux membres.

6 Elle est rattachée administrativement à l'OFSP.

7 Elle collabore avec la Commission fédérale pour la protection ABC (ComABC) et la Commission fédérale de sécurité nucléaire (CSN). Cette collaboration vise notamment le traitement de tâches communes en matière de radioprotection.

8 La CPR et ses groupes de travail peuvent faire appel à des experts externes pour l'examen de questions particulières.

Titre 7 Dispositions pénales

Art. 196

1 Sera puni conformément à l'art. 44, al. 1, let. f, LRaP, celui qui intentionnellement:

a. aura mélangé, sans autorisation, des substances radioactives à des matériaux inactifs dans le seul but de ne pas devoir les éliminer comme déchets radioactifs (art. 121);

b. aura exercé, sans posséder la formation requise par les art. 9 à 12, des activités pouvant présenter un danger dû à des rayonnements ionisants;

c. aura exploité un service de dosimétrie individuelle non agréé (art. 80);

d. aura exploité un service de dosimétrie individuelle et enfreint les devoirs incombant à un tel service visés aux art. 83 à 85;

e. n'aura pas mentionné dans la déclaration en douane les indications exigées par l'art. 115, n'aura pas déclaré des marchandises radioactives ou aura intentionnellement fait de fausses déclarations.

2 Est passible d'une amende jusqu'à concurrence de 20 000 francs celui qui intentionnellement n'aura pas assumé les tâches qui lui auront été assignées en vertu de l'art. 20, al. 2, let. b, LRaP.

43 www.bag.admin.ch/ksr-cpr

Titre 8 Dispositions finales

Art. 197 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection[44] est abrogée.

Art. 198 Modification d'autres actes

La modification d'autres actes est réglementée à l'annexe 10.

Art. 199 Dispositions transitoires

[1] Les autorisations délivrées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance restent valables jusqu'à leur renouvellement ou leur expiration. Toutefois leur contenu se base sur les prescriptions de la présente ordonnance.

[2] Les prescriptions de la présente ordonnance s'appliquent aux procédures pendantes au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

[3] Les matériaux qui ont été libérés avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance peuvent être traités comme des substances inactives (art. 118).

[4] Les premiers audits cliniques (art. 52) doivent être effectués dans un délai de trois ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

[5] Les titulaires d'une autorisation concernés par les audits cliniques doivent pouvoir présenter le manuel d'assurance de qualité visé à l'art. 55, al. 2 et 3, dans un délai de deux ans à partir de l'entré en vigueur de la présente ordonnance.

[6] Le titulaire d'une autorisation pour des sources de haute activité doit:

a. notifier à l'autorité de surveillance, dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, les données indiquées à l'art. 109 en vue de l'établissement de l'inventaire;

b. notifier à l'autorité de surveillance, dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, quelles mesures de sécurité et de sûreté visées à l'article 111 ont été prises.

[7] Dans les entreprises présentant une forte probabilité de survenue d'une source radioactive orpheline, les mesures visées à l'art. 116 doivent être prises dans un délai de trois ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, et une autorisation doit être requise pour l'activité en question.

[8] Les déchets radioactifs qui se trouvent déjà dans un stockage pour décroissance au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance peuvent être entreposés jusqu'à ce que leur activité tombe en-dessous de la limite de libération.

[9] Les cantons adaptent leur procédure d'autorisation de construire dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance afin de satisfaire aux exigences de l'art. 172, al. 2.

44 RO **1994** 1947, **1995** 4959, **1996** 2129, **2000** 107 934 2894, **2001** 3294, **2005** 601 2885, **2007** 1469 5651, **2008** 3153 5747, **2010** 5191 5395, **2011** 5227, **2012** 7065 7157, **2013** 3041 3407

Art. 200 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le …

… Au nom du Conseil fédéral:

La Présidente de la Confédération, Simonetta Sommaruga
La Chancelière de la Confédération, Corina Casanova

Annexe 1
(Art. 2, al.2, let.b)

Définition de termes techniques

Remarque préliminaire
Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Concentration intégrée de gaz radon (en kBqh/m3)
Produit de la concentration de gaz radon mesurée et de la durée de l'exposition d'une personne à cette concentration.

Dosimètre individuel actif

Dosimètre individuel électronique permettant une lecture directe de la dose accumulée ainsi que d'autres informations dosimétriques selon son utilisation.

Emetteur parasite

Appareils ou installations dans lesquels sont accélérés exclusivement des électrons et qui produisent des rayons X sans qu'ils soient exploités à cet effet. Les microscopes électroniques sont également considérés comme émetteurs parasites.

Indice de concentration d'activité dans les matériaux de construction

L'indice de concentration d'activité pour les rayonnements gamma émis par les matériaux de construction s'obtient à l'aide de la formule suivante: I = CRa226/300 Bq/kg + CTh232/200 Bq/kg+ CK40/3000 Bq/kg, où CRa226, CTh232 et CK40 sont les concentrations d'activité en Bq/kg des radionucléides correspondant dans le matériau de construction.

Mesure de tri

Procédé de mesure utilisé pour mettre en évidence une incorporation sans déterminer la dose efficace correspondante. En cas de dépassement d'une valeur de seuil fixée à l'avance, une mesure d'incorporation, comprenant la détermination de la dose efficace engagée correspondante, doit être effectuée.

Niveau de référence diagnostique

Valeur directrice de dose servant à l'optimisation lors d'expositions médicales diagnostiques ou interventionnelles ou, dans le cas de produits radiopharmaceutiques, valeurs directrices d'activité. Les niveaux de référence diagnostiques sont fixés pour des examens types sur un groupe de patients de mensurations standards ou sur des «fantômes» types, pour des types d'appareils définis de manière générale.

Préparation d'un produit radiopharmaceutique

Processus par lequel le produit radiopharmaceutique final est obtenu dans le respect des dispositions relatives au marquage définies dans l'enregistrement de la trousse de marquage à des fins diagnostiques.

Produits radiopharmaceutiques

Médicament qui contient des radionucléides dont les rayonnements sont utilisés à des fins diagnostiques ou thérapeutiques. Sont réputés produits radiopharmaceutiques au sens de la présente ordonnance, notamment:

a. les produits pharmaceutiques qui contiennent, sous forme directement utilisable, un ou plusieurs radionucléides;

b. les composants non radioactifs (kits) qui sont utilisés pour fabriquer des produits radiopharmaceutiques par marquage avec des radionucléides immédiatement avant l'application à l'être humain;

c. les générateurs de radionucléides possédant un nucléide mère fixé produisant un nucléide fille qui peut être extrait par élution ou par un autre procédé et qui sert à la préparation d'un produit radiopharmaceutique;

d. les radionucléides qui servent directement ou comme précurseurs au marquage radioactif d'autres substances (composés entraîneurs, cellules, protéines plasmiques) avant leur application.

Radiologie interventionnelle

Utilisation de techniques d'imagerie impliquant des rayonnements ionisants pour faciliter l'introduction et le guidage des dispositifs à l'intérieur de l'organisme à des fins diagnostiques ou thérapeutiques. En font également partie les interventions dans des domaines de spécialité hors de la radiologie, p. ex., en angiologie, en chirurgie, en gastroentérologie, en cardiologie, en orthopédie, en traitement interventionnel de la douleur et en urologie.

Radon

Isotope radon-222.

Synthèse d'un produit radiopharmaceutique final

Toutes les étapes de la synthèse d'un radiopharmaceutique prêt à l'emploi (produit radiopharmaceutique final), en particulier l'insertion de l'isotope radioactif dans une molécule (p. ex., formation d'une liaison covalente, formation d'un complexe ou obtention du niveau nécessaire d'oxydation du radionucléide par réduction/oxydation).

Annexe 2
(art 2, al. 1, let. i, 23, let. i et 128)

Limites de libération pour les radionucléides naturels

Limite de libération pour les radionucléides naturels sous forme solide qui se trouvent en équilibre séculaire avec leurs nucléides de filiation:

Radionucléides naturels de la chaîne de l'U-238	1000 Bq kg^{-1}
Radionucléides naturels de la chaîne du Th-232	1000 Bq kg^{-1}
K-40	10 000 Bq kg^{-1}

Annexe 3
(art. 2, al. 1, let. i et j)

Données pour la radioprotection opérationnelle, limites de libération, limites d'autorisation et valeurs directrices

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
H-3, OBT	12.32 a	β^-	4.10 E-11	4.20 E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	1.00 E+08	2.00 E+05	1000	
H-3, HTO		β^-	1.80 E-11	1.80 E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	3.00 E+08	5.00 E+05	1000	
H-3, gaz [7]		β^-	1.80 E-15		<0.001	<1	<0.1		3.00 E+12	5.00 E+09		
Be-7	53.22 d	ec / ph	4.60 E-11	2.80 E-11	0.008	<1	0.1	1.E+01	1.00 E+08	2.00 E+05	100	
Be-10	1.51 E6 a	β^-	1.90 E-08	1.10 E-09	<0.001	2000	1.6	1.E+02	3.00 E+05	4.00 E+02	3	
C-11	20.39 min	ec, β^+ / ph	3.20 E-12	2.40 E-11	0.160	1000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	7.00 E+04 [3]	3	
C-11 monoxyde			1.2 E-12						7.00E+07	7.00 E+04 [3]		
C-11 dioxyde			2.2 E-12						7.00E+07	7.00 E+04 [3]		
C-14	5.70 E3 a	β^-	5.80 E-10	5.80 E-10	<0.001	200	0.3	1.E+00	1.00E+07	1.00 E+04	30	
C-14 monoxyde			8.00 E-13						8.00E+09	1.00 E+07		
C-14 dioxyde			6.50 E-12						9.00E+08	1.00 E+06		
N-13	9.965 min	ec, β^+ / ph			0.160	1000	1.7	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00 E+04 [3]	3	
O-15	122.24 s	ec, β^+ / ph			0.161	1000	1.7	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00 E+04 [3]	3	
F-18	109.77 min	ec, β^+ / ph	9.30 E-11	4.90 E-11	0.160	2000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	7.00 E+04 [3]	3	
Na-22	2.6019 a	ec, β^+ / ph	2.00 E-09	3.20 E-09	0.330	2000	1.6	1.E-01	3.00E+06	4.00 E+03	3	
Na-24	14.9590 h	β^- / ph	5.30 E-10	4.30 E-10	0.506	1000	1.9	1.E+00	1.00E+07	2.00 E+04	3	
Mg-28 / Al-28	20.915 h	β^- / ph	1.70 E-09	2.20 E-09	0.529	2000	3.1	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00 E+03	3	
Al-26	7.17 E5 a	ec, β^+/ ph	1.40 E-08	3.50 E-09	0.382	1000	1.5	1.E-01	4.00E+05	6.00 E+02	3	
Si-31	157.3 min	β^- / ph	1.10 E-10	1.60 E-10	<0.001	1000	1.6	1.E+03	5.00E+07	8.00 E+04	3	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Si-32	132 a	β^-	5.50 E-08	5.60 E-10	<0.001	500	0.6	1.E+02 [2]	1.00E+05	2.00 E+02	10	→ P-32
P-30	2.498 min	ec, β^+ / ph			0.371	900	1.7				3	
P-32	14.263 d	β^-	2.90E-09	2.40E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	3	
P-33	25.34 d	β^-	1.30E-09	2.40E-10	<0.001	700	0.8	1.E+03	5.00E+06	6.00E+03	10	
S-35 (inorg.)	87.51 d	β^-	1.10E-09	1.90E-10	<0.001	200	0.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	30	
S-35 (org.)	87.51 d	β^-	1.20E-10	7.70E-10	<0.001	200	0.3	1.E+02	5.00E+07	7.00E+04	30	
Cl-36	3.01 E5 a	β^-, ec, β^+ / ph	5.10E-09	9.30E-10	<0.001	1000	1.5	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	
Cl-38	37.24 min	β^- / ph	7.30E-11	1.20E-10	1.551	1000	1.8	1.E+01 [1]	4.00E+07	4.00E+04 [3]	3	
Cl-39	55.6 min	β^- / ph	7.60E-11	8.50E-11	0.241	1000	1.7	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Ar-39
Ar-37	35.04 d	ec / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+06 [1]	6.00E+13	6.00E+10		
Ar-39	269 a	β^-			<0.001	2000	1.5	1.E+07 [1]	6.00E+09	6.00E+06 [4]		
Ar-41	109.61 min	β^- / ph			0.188	1000	1.7	1.E+02 [1]	5.00E+07	5.00E+04		
K-38	7.636 min	ec, β^+ / ph			0.480	1000	1.8				3	
K-40	1.251 E9 a	β^-, ec, β^+ / ph	3.00E-09	6.20E-09	0.022	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3	
K-42	12.360 h	β^- / ph	2.00E-10	4.30E-10	0.464	1000	1.7	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	3	
K-43	22.3 h	β^- / ph	2.60E-10	2.50E-10	0.152	1000	1.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	3	
K-44	22.13 min	β^- / ph	3.70E-11	8.40E-11	1.553	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	
K-45	17.3 min	β^- / ph	2.80E-11	5.40E-11	0.302	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Ca-41	1.02 E5 a	ec / ph	1.90E-10	2.90E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	1000	
Ca-45	162.67 d	β^-	2.30E-09	7.60E-10	<0.001	700	0.8	1.E+02 [2]	3.00E+06	4.00E+03	10	
Ca-47	4.536 d	β^- / ph	2.10E-09	1.60E-09	0.156	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3	→ Sc-47
Sc-43	3.891 h	ec, β^+ / ph	1.80E-10	1.90E-10	0.174	1000	1.4	1.E+01 [1]	3.00E+07	5.00E+04	3	
Sc-44	3.97 h	ec, β^+ / ph	3.00E-10	3.50E-10	0.324	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	
Sc-44m	58.61 h	it, ec / ph	2.00E-09	2.40E-09	0.045	200	0.2	1.E+01 [2]	3.00E+06	4.00E+03	30	→ Sc-44 [6]
Sc-46	83.79 d	β^- / ph	4.80E-09	1.50E-09	0.299	1000	1.2	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	3	
Sc-47	3.3492 d	β^- / ph	7.30E-10	5.40E-10	0.017	1000	1.3	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3	
Sc-48	43.67 h	β^- / ph	1.60E-09	1.70E-09	0.495	2000	1.7	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	3	
Sc-49	57.2 min	β^- / ph	6.10E-11	8.20E-11	0.001	1000	1.6	1.E+03 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Ti-44	60.0 a	ec / ph	7.20E-08	5.80E-09	0.026	2	<0.1	1.E-01 [2]	8.00E+04	1.00E+02	30	→ Sc-44 [6]

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ti-45	184.8 min	ec, β^+ / ph	1.50E-10	1.50E-10	0.136	1000	1.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	
V-47	32.6 min	ec, β^+ / ph	5.00E-11	6.30E-11	0.156	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
V-48	15.9735 d	ec, β^+ / ph	2.70E-09	2.00E-09	0.432	900	1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	10	
V-49	330 d	ec / ph	2.60E-11	1.80E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+04	2.00E+08	3.00E+05	1000	
Cr-48	21.56 h	ec, β^+ / ph	2.50E-10	2.00E-10	0.071	50	0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	100	→ V-48 [6]
Cr-49	42.3 min	ec, β^+ / ph	5.90E-11	6.10E-11	0.166	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ V-49
Cr-51	27.7025 d	ec / ph	3.60E-11	3.80E-11	0.005	3	<0.1	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	1000	
Mn-51	46.2 min	ec, β^+ / ph	6.80E-11	9.30E-11	0.159	1000	1.7	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Cr-51
Mn-52	5.591 d	ec, β^+ / ph	1.80E-09	1.80E-09	0.510	600	0.7	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10	
Mn-52m	21.1 min	ec, β^+, it / ph	5.00E-11	6.90E-11	0.389	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Mn-52
Mn-53	3.7 E6 a	ec / ph	3.60E-11	3.00E-11	<0.001	20	<0.1	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	1000	
Mn-54	312.12 d	ec, β^+, β^- / ph	1.20E-09	7.10E-10	0.126	10	0.1	1.E-01	5.00E+06	7.00E+03	100	
Mn-56	2.5789 h	β^- / ph	2.00E-10	2.50E-10	0.275	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Fe-52	8.275 h	ec, β^+ / ph	9.50E-10	1.40E-09	0.116	900	1	1.E+01 [2]	6.00E+06	9.00E+03	10	→ Mn-52m [6]
Fe-55	2.737 a	ec / ph	9.20E-10	3.30E-10	<0.001	20	<0.1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	1000	
Fe-59	44.495 d	β^- / ph	3.20E-09	1.80E-09	0.175	1000	1.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3	
Fe-60	1.5 E6 a	β^-	3.30E-07	1.10E-07	<0.001	90	0.3	1.E+01	2.00E+04	3.00E+01	3	→ Co-60m [10
Co-55	17.53 h	ec, β^+ / ph	8.30E-10	1.10E-09	0.302	1000	1.4	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	3	→ Fe-55
Co-56	77.23 d	ec, β^+ / ph	4.90E-09	2.50E-09	0.485	300	0.6	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10	
Co-57	271.74 d	ec / ph	6.00E-10	2.10E-10	0.021	100	0.1	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	100	
Co-58	70.86 d	ec, β^+ / ph	1.70E-09	7.40E-10	0.147	300	0.3	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	30	
Co-58m	9.04 h	it / ph	1.70E-11	2.40E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+04	4.00E+08	5.00E+05	1000	→ Co-58 [6]
Co-60	5.2713 a	β^- / ph	1.70E-08	3.40E-09	0.366	1000	1.1	1.E-01	4.00E+05	5.00E+02	3	
Co-60m	10.467 min	it, β^- / ph	1.20E-12	1.70E-12	0.001	20	<0.1	1.E+03	5.00E+09	7.00E+06	1000	→ Co-60 [6]
Co-61	1.650 h	β^- / ph	7.50E-11	7.40E-11	0.017	1000	1.6	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Co-62m	13.91 mim	β^- / ph	3.70E-11	4.70E-11	0.436	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	
Ni-56	6.075 d	ec, β^+ / ph	9.60E-10	8.60E-10	0.260	60	0.1	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Co-56 [6]
Ni-57	35.60 h	ec, β^+ / ph	7.60E-10	8.70E-10	0.278	700	0.8	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	10	→ Co-57
Ni-59	1.01 E5 a	ec, β^+ / ph	2.20E-10	6.30E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	1000	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation		Valeurs directrices	
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ni-63	100.1 a	β^-	5.20E-10	1.50E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	1000	
Ni-65	2.51719 h	β^- / ph	1.30E-10	1.80E-10	0.081	1000	1.6	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	3	
Ni-66 / Cu-66	54.6 h	β^- / ph	1.90E-09	3.00E-09	0.039	2000	2.2	1.E+03 [2]	3.00E+06	4.00E+03	3	
Cu-60	23.7 min	ec, β^+ / ph	6.20E-11	7.00E-11	0.596	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Cu-61	3.333 h	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.20E-10	0.128	900	1.1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	
Cu-64	12.700 h	ec, β^+, β^- / ph	1.50E-10	1.20E-10	0.030	900	0.8	1.E+02	4.00E+07	6.00E+04	10	
Cu-67	61.83 h	β^- / ph	5.80E-10	3.40E-10	0.018	1000	1.4	1.E+02	1.00E+07	1.00E+04	3	
Zn-62 / Cu-62	9.186 h	ec, β^+ / ph	6.60E-10	9.40E-10	0.319	1000	1.9	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3	
Zn-63	38.47 min	ec, β^+ / ph	6.10E-11	7.90E-11	0.175	1000	1.6	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Zn-65	244.06 d	ec, β^+ / ph	2.80E-09	3.90E-09	0.086	40	0.1	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	100	
Zn-69	56.4 min	β^-	4.30E-11	3.10E-11	<0.001	1000	1.6	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3	
Zn-69m	13.76 h	it, β^-/ ph	3.30E-10	3.30E-10	0.067	70	0.1	1.E+01 [2]	2.00E+07	3.00E+04	100	→ Zn-69
Zn-71m	3.96 h	β^-/ ph	2.40E-10	2.40E-10	0.240	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3	
Zn-72	46.5 h	β^-/ ph	1.50E-09	1.40E-09	0.026	900	0.9	1.E+00 [2]	4.00E+06	6.00E+03	10	→ Ga-72 [6]
Ga-65	15.2 min	ec, β^+ / ph	2.90E-11	3.70E-11	0.183	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Zn-65
Ga-66	9.49 h	ec, β^+ / ph	7.10E-10	1.20E-09	0.877	600	1.1	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	3	
Ga-67	3.2612 d	ec / ph	2.80E-10	1.90E-10	0.025	30	0.3	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	30	
Ga-68	67.71 min	ec, β^+ / ph	8.10E-11	1.00E-10	0.149	1000	1.5	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	
Ga-70	21.14 min	β^-,ec / ph	2.60E-11	3.10E-11	0.001	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Ga-72	14.10 h	β^-/ ph	8.40E-10	1.10E-09	0.386	1000	1.7	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	3	
Ga-73	4.86 h	β^- / ph	2.00E-10	2.60E-10	0.052	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Ge-66	2.26 h	ec, β^+ / ph	1.30E-10	1.00E-10	0.108	400	0.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10	→ Ga-66 [6]
Ge-67	18.9 min	ec, β^+ / ph	4.20E-11	6.50E-11	0.407	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Ga-67
Ge-68	270.95 d	ec / ph	7.90E-09	1.30E-09	<0.001	10	<0.1	1.E+01 [2]	8.00E+05	1.00E+03	300	→ Ga-68 [6]
Ge-69	39.05 h	ec, β^+ / ph	3.70E-10	2.40E-10	0.132	500	0.6	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	10	
Ge-71	11.43 d	ec / ph	1.10E-11	1.20E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+04 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	
Ge-75	82.78 min	β^- / ph	5.40E-11	4.60E-11	0.006	1000	1.6	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3	
Ge-77	11.30 h	β^- / ph	4.50E-10	3.30E-10	0.163	1000	1.6	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	3	
Ge-78	88 min	β^- / ph	1.40E-10	1.20E-10	0.045	1000	1.5	1.E+02 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	→ As-78 [6]
As-69	15.23 min	ec, β^+ / ph	3.50E-11	5.70E-11	0.250	900	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Ge-69

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
As-70	52.6 min	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.603	1000	1.7	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	
As-71	65.28 h	ec, β^+ / ph	5.00E-10	4.60E-10	0.088	700	0.7	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	10	→ Ge-71
As-72	26.0 h	ec, β^+ / ph	1.30E-09	1.80E-09	0.339	900	1.6	1.E+01	5.00E+06	6.00E+03	3	
As-73	80.30 d	ec / ph	6.50E-10	2.60E-10	0.003	20	<0.1	1.E+03 [2]	9.00E+06	1.00E+04	1000	
As-74	17.77 d	ec, β^+, β^- / ph	1.80E-09	1.30E-09	0.117	900	1.1	1.E+01	3.00E+06	5.00E+03	3	
As-76	1.0778 d	β^- / ph	9.20E-10	1.60E-09	0.132	1000	1.6	1.E+01	7.00E+06	9.00E+03	3	
As-77	38.83 h	β^- / ph	4.20E-10	4.00E-10	0.001	1000	1.5	1.E+03	1.00E+07	2.00E+04	3	
As-78	90.7 min	β^- / ph	1.40E-10	2.10E-10	0.804	1000	1.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	
Se-70	41.1 min	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.40E-10	0.158	900	1.3	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	→ As-70 [6]
Se-73	7.15 h	ec, β^+ / ph	2.40E-10	3.90E-10	0.174	900	1.2	1.E+01 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3	→ As-73
Se-73m	39.8 min	it, ec, β^+ / ph	2.70E-11	4.10E-11	0.038	300	0.4	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Se-73
Se-75	119.779 d	ec / ph	1.70E-09	2.60E-09	0.064	80	0.1	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	100	
Se-79	2.95 E5 a	β^-	3.10E-09	2.90E-09	<0.001	200	0.4	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	10	
Se-81	18.45 min	β^- / ph	2.40E-11	2.70E-11	0.002	1000	1.6	1.E+03 [1]	3.00E+08	3.00E+05	3	
Se-81m	57.28 min	it, β^-	6.80E-11	5.90E-11	0.004	100	1.1	1.E+03 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Se-81
Se-83	22.3 min	β^- / ph	5.30E-11	5.10E-11	0.362	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Br-83
Br-74	25.4 min	ec, β^+ / ph	6.80E-11	8.40E-11	1.022	1000	1.8	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	
Br-74m	46 min	ec, β^+ / ph	1.10E-10	1.40E-10	1.347	900	1.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3	
Br-75	96.7 min	ec, β^+ / ph	8.50E-11	7.90E-11	0.189	900	1.3	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Se-75
Br-76	16.2 h	ec, β^+ / ph	5.80E-10	4.60E-10	0.503	700	1.1	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	3	
Br-77	57.036 h	ec, β^+ / ph	1.30E-10	9.60E-11	0.051	60	0.1	1.E+01	5.00E+07	6.00E+04	100	
Br-80	17.68 min	β^-, ec, β^+ / ph	1.70E-11	3.10E-11	0.013	1000	1.5	1.E+02 [1]	4.00E+08	5.00E+05	3	
Br-80m	4.4205 h	it / ph	1.00E-10	1.10E-10	0.012	10	<0.1	1.E+03 [2]	6.00E+07	8.00E+04	1000	→ Br-80
Br-82	35.30 h	β^- / ph	8.80E-10	5.40E-10	0.395	1000	1.4	1.E+00	7.00E+06	9.00E+03	3	
Br-83	2.40 h	β^- / ph	6.70E-11	4.30E-11	0.001	1000	1.5	1.E+03 [2]	9.00E+07	1.00E+05	3	
Br-84	31.80 min	β^- / ph	6.20E-11	8.80E-11	0.923	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Kr-79	35.04 h	ec, β^+ / ph			0.042	100	0.2	1.E+01	2.00E+08	2.00E+05		
Kr-81	2.29 E5 a	ec / ph			0.004	8	<0.1	1.E+01	1.00E+10	1.00E+07		
Kr-83m	1.83 h	it / ph			0.002	3	<0.1	1.E+05 [1]	1.00E+12	1.00E+09		
Kr-85	10.756 a	β^- / ph			0.001	1000	1.5	1.E+02	5.00E+09	5.00E+06 [4]		

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kr-85m	4.480 h	β^-, it / ph			0.026	1000	1.4	1.E+03	4.00E+08	4.00E+05		→ Kr-85
Kr-87	76.3 min	β^- / ph			0.501	1000	1.7	1.E+02	7.00E+07	7.00E+04		→ Rb-87
Kr-88	2.84 h	β^- / ph			0.264	1000	1.5	1.E+02 [1]	2.00E+07	2.00E+04 [5]		→ Rb-88 [6]
Kr-89	3.15 min	β^- / ph			2.047	900	1.8		3.00E+07	3.00E+04		→ Rb-89 [6]
Rb-79	22.9 min	ec, β^+ / ph	3.00E-11	5.00E-11	0.217	2000	2.1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Kr-79
Rb-81	4.576 h	ec, β^+ / ph	6.80E-11	5.40E-11	0.101	1000	1.2	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Kr-81
Rb-81m	30.5 min	it, ec, β^+ / ph	1.30E-11	9.70E-12	0.006	5	0.3	1.E+03 [1]	5.00E+08	6.00E+05	30	→ Rb-81 [6]
Rb-82m	6.472 h	ec, β^+ / ph	2.20E-10	1.30E-10	0.436	400	0.6	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	10	
Rb-83	86.2 d	ec / ph	1.00E-09	1.90E-09	0.082	20	<0.1	1.E+00 [2]	6.00E+06	8.00E+03	100	
Rb-84	32.77 d	ec, β^+, β^- / ph	1.50E-09	2.80E-09	0.141	400	0.6	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	10	
Rb-86	18.642 d	β^-, ec / ph	1.30E-09	2.80E-09	0.014	1000	1.6	1.E+02	5.00E+06	6.00E+03	3	
Rb-87	4.923 E10 a	β^-	7.60E-10	1.50E-09	<0.001	1000	1.2	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	3	
Rb-88	17.78 min	β^- / ph	2.80E-11	9.00E-11	2.314	900	1.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Rb-89	15.15 min	β^- / ph	2.50E-11	4.70E-11	0.659	1000	1.8	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Sr-89
Sr-80 / Rb-80	106.3 min	ec, β^+ / ph	2.10E-10	3.50E-10	1.750	900	1.7	1.E+03 [2]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Sr-81	22.3 min	ec, β^+ / ph	6.10E-11	7.80E-11	0.247	1000	1.6	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Rb-81 [6]
Sr-82 / Rb-82	25.36 d	ec / ph	7.70E-09	6.10E-09	0.434	900	1.6	1.E+01 [1]	8.00E+05	1.00E+03	3	
Sr-83	32.41 h	ec, β^+ / ph	4.90E-10	5.80E-10	0.127	400	0.5	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	10	→ Rb-83
Sr-85	64.84 d	ec / ph	6.40E-10	5.60E-10	0.086	20	0.1	1.E+00	9.00E+06	1.00E+04	100	
Sr-85m	67.63 min	it, ec, β^+ / ph	7.40E-12	6.10E-12	0.035	70	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+08	1.00E+06	100	→ Sr-85
Sr-87m	2.815 h	it, ec / ph	3.50E-11	3.30E-11	0.053	300	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	30	→ Rb-87
Sr-89	50.53 d	β^-	5.60E-09	2.60E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03 [2]	1.00E+06	1.00E+03	3	
Sr-90	28.79 a	β^-	7.70E-08	2.80E-08	<0.001	1000	1.4	1.E+00 [2]	8.00E+04	1.00E+02	3	→ Y-90 [6]
Sr-91	9.63 h	β^- / ph	5.70E-10	7.60E-10	0.117	1000	1.6	1.E+01 [2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Y-91m, Y-91
Sr-92	2.66 h	β^- / ph	3.40E-10	4.90E-10	0.194	1000	1.4	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Y-92 [6]
Y-86	14.74 h	ec, β^+ / ph	8.10E-10	9.60E-10	0.515	500	0.8	1.E+00	7.00E+06	1.00E+04	10	
Y-86m	48 min	it, ec, β^+ / ph	4.90E-11	5.60E-11	0.034	200	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	100	→ Y-86 [6]
Y-87	79.8 h	ec, β^+ / ph	5.30E-10	5.50E-10	0.080	20	<0.1	1.E+01 [2]	1.00E+07	2.00E+04	300	
Y-88	106.65 d	ec, b+ / ph	3.30E-09	1.30E-09	0.380	40	0.2	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	30	
Y-90	64.10 h	β^-	1.70E-09	2.70E-09	0.007	1000	1.6	1.E+03	4.00E+06	5.00E+03	3	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Y-90m	3.19 h	it, β^- / ph	1.30E-10	1.70E-10	0.098	200	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	30	→ Y-90
Y-91	58.51 d	β^- / ph	6.10E-09	2.40E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	1.00E+03	3	
Y-91m	49.71 min	it / ph	1.50E-11	1.10E-11	0.082	70	0.1	1.E+02 [1]	4.00E+08	6.00E+05	100	→ Y-91
Y-92	3.54 h	β^- / ph	2.80E-10	4.90E-10	0.546	1000	1.7	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	
Y-93	10.18 h	β^- / ph	6.00E-10	1.20E-09	0.098	1000	1.6	1.E+02	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Zr-93
Y-94	18.7 min	β^- / ph	4.60E-11	8.10E-11	1.111	900	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Y-95	10.3 min	β^- / ph	2.60E-11	4.60E-11	1.219	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Zr-95 [6]
Zr-86	16.5 h	ec, β^+ / ph	7.00E-10	8.60E-10	0.069	100	0.1	1.E+01 [2]	9.00E+06	1.00E+04	100	→ Y-86 [6]
Zr-88	83.4 d	ec / ph	4.10E-09	3.30E-10	0.076	50	0.1	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	100	→ Y-88 [6]
Zr-89	78.41 h	ec, β^+ / ph	7.50E-10	7.90E-10	0.182	400	0.5	1.E+01 [1]	8.00E+06	1.00E+04	10	
Zr-93	1.53 E6 a	β^-	2.90E-08	2.80E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+01	2.00E+05	3.00E+02	1000	→ Nb-93m
Zr-95	64.032 d	β^- / ph	4.20E-09	8.80E-10	0.112	1000	1.1	1.E+00 [2]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Nb-95 [6]
Zr-97	16.744 h	β^- / ph	1.40E-09	2.10E-09	0.027	1000	1.6	1.E+01 [2]	4.00E+06	6.00E+03	3	→ Nb-97
Nb-88	14.5 min	ec, β^+ / ph	5.00E-11	6.30E-11	0.719	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Zr-88
Nb-89	2.03 h	ec, β^+ / ph	1.90E-10	3.00E-10	0.392	700	1.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Zr-89
Nb-89m	66 min	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.40E-10	0.306	900	1.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	→ Zr-89
Nb-90	14.60 h	ec, β^+ / ph	1.10E-09	1.20E-09	0.574	2000	1.9	1.E+01 [1]	5.00E+06	8.00E+03	3	
Nb-91	680 a	ec, β^+ / ph						1.E+02	1.00E+06	2.00E+03	1000	
Nb-91m	60.86 d	it, ec, β^+ / ph						1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	300	
Nb-92m	10.15 d	ec, β^+ / ph						1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	300	
Nb-93m	16.13 a	it / ph	8.60E-10	1.20E-10	0.003	<1	<0.1	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	1000	
Nb-94	2.03 E4 a	β^- / ph	2.50E-08	1.70E-09	0.237	1000	1.5	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	3	
Nb-95	34.991 d	β^- / ph	1.30E-09	5.80E-10	0.116	100	0.3	1.E+00	5.00E+06	6.00E+03	30	
Nb-95m	3.61 d	it, β^- / ph	8.50E-10	5.60E-10	0.021	2000	1.4	1.E+02	7.00E+06	1.00E+04	3	→ Nb-95 [6]
Nb-96	23.35 h	β^- / ph	9.70E-10	1.10E-09	0.372	1000	1.6	1.E+00	6.00E+06	9.00E+03	3	
Nb-97	72.1 min	β^- / ph	7.20E-11	6.80E-11	0.099	1000	1.6	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Nb-98m	51.3 min	β^- / ph	9.90E-11	1.10E-10	0.393	1000	1.8	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3	
Mo-90	5.56 h	ec, β^+ / ph	5.60E-10	6.20E-10	0.147	1000	1.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Nb-90 [6]
Mo-93	4.0 E3 a	ec / ph	1.40E-09	2.60E-09	0.016	4	<0.1	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	100	
Mo-93m	6.85 h	it, ec / ph	3.00E-10	2.80E-10	0.330	800	0.8	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Mo-93

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Mo-99	65.94 h	β^- / ph	1.10E-09	1.20E-09	0.024	1000	1.6	1.E+01 [2]	5.00E+06	8.00E+03	3	→ Tc-99m, Tc-99
Mo-101	14.61 min	β^- / ph	4.50E-11	4.20E-11	0.196	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Tc-101
Tc-93	2.75 h	ec, β^+ / ph	6.50E-11	4.90E-11	0.222	20	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Mo-93
Tc-93m	43.5 min	it, ec, β^+ / ph	3.10E-11	2.40E-11	0.098	300	0.4	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Tc-93, Mo-93
Tc-94	293 min	ec, β^+ / ph	2.20E-10	1.80E-10	0.414	200	0.4	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	10	
Tc-94m	52.0 min	ec, β^+ / ph	8.00E-11	1.10E-10	0.285	700	1.3	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Tc-95	20.0 h	ec / ph	1.80E-10	1.60E-10	0.135	20	0.1	1.E+01	3.00E+07	5.00E+04	100	
Tc-95m	61 d	ec, β^+, it / ph	8.60E-10	6.20E-10	0.117	100	0.1	1.E+00 [2]	7.00E+06	1.00E+04	100	→ Tc-95
Tc-96	4.28 d	ec / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.388	40	0.2	1.E+00	6.00E+06	8.00E+03	30	
Tc-96m	51.5 min	it, ec, β^+ / ph	1.10E-11	1.30E-11	0.016	3	<0.1	1.E+03 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	→ Tc-96
Tc-97	2.6 E6 a	ec / ph	1.60E-10	8.30E-11	0.017	4	<0.1	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	1000	
Tc-97m	90.1 d	it / ph	2.70E-09	6.60E-10	0.014	30	0.7	1.E+02	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Tc-97
Tc-98	4.2 E6 a	β^- / ph	6.10E-09	2.30E-09	0.215	2000	1.5	1.E-01	1.00E+06	1.00E+03	3	
Tc-99	2.111 E5 a	β^-	3.20E-09	7.80E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3	
Tc-99m	6.015 h	it, β^-/ ph	2.90E-11	2.20E-11	0.022	300	0.2	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Tc-99
Tc-101	14.2 min	β^- / ph	2.10E-11	1.90E-11	0.055	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3	
Tc-104	18.3 min	β^- / ph	4.80E-11	8.10E-11	1.219	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Ru-94	51.8 min	ec, β^+ / ph	7.40E-11	9.40E-11	0.100	20	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	100	→ Tc-94
Ru-97	2.9 d	ec / ph	1.60E-10	1.50E-10	0.055	100	0.1	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	100	→ Tc-97
Ru-103	39.26 d	β^- / ph	2.20E-09	7.30E-10	0.073	500	0.6	1.E+00 [2]	3.00E+06	4.00E+03	10	
Ru-105	4.44 h	β^- / ph	2.50E-10	2.60E-10	0.119	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Rh-105
Ru-106 / Rh-106	373.59 d	β^- / ph	3.50E-08	7.00E-09	0.357	1000	1.6	1.E-01 [2]	2.00E+05	2.00E+02	3	
Rh-99	16.1 d	ec, β^+ / ph	8.90E-10	5.10E-10	0.115	100	0.2	1.E+01 [1]	7.00E+06	9.00E+03	30	
Rh-99m	4.7 h	ec, β^+ / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.122	100	0.2	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	30	
Rh-100	20.8 h	ec, β^+ / ph	6.30E-10	7.10E-10	0.392	100	0.3	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	30	
Rh-101	3.3 a	ec / ph	3.10E-09	5.50E-10	0.062	300	0.4	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	10	
Rh-101m	4.34 d	ec,it / ph	2.70E-10	2.20E-10	0.066	200	0.2	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	30	→ Rh-101
Rh-102	207 d	ec, β^+, β^- / ph	4.20E-09	1.20E-09	0.085	400	0.6	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10	
Rh-102m	3.742 a	ec, β^+, it / ph	9.00E-09	2.60E-09	0.339	50	0.2	1.E+00	7.00E+05	9.00E+02	30	→ Rh-102
Rh-103m	56.114 min	it / ph	2.50E-12	3.80E-12	0.002	<1	<0.1	1.E+04 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rh-105	35.36 h	β^- / ph	4.40E-10	3.70E-10	0.013	1000	1.2	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	3	
Rh-106m	131 min	β^- / ph	1.90E-10	1.60E-10	0.436	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Rh-107	21.7 min	β^- / ph	2.80E-11	2.40E-11	0.051	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Pd-107
Pd-100	3.63 d	ec / ph	9.70E-10	9.40E-10	0.050	20	0.1	1.E+00 [2]	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Rh-100 [6]
Pd-101	8.47 h	ec, β^+ / ph	1.00E-10	9.40E-11	0.081	100	0.2	1.E+02	6.00E+07	8.00E+04	30	→ Rh-101m
Pd-103	16.991 d	ec / ph	3.00E-10	1.90E-10	0.019	3	<0.1	1.E+03 [1]	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ Rh-103m
Pd-107	6.5 E6 a	β^-	2.90E-10	3.70E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000	
Pd-109	13.7012 h	β^- / ph	5.00E-10	5.50E-10	0.010	1000	2	1.E+02 [2]	1.00E+07	2.00E+04	3	
Ag-102	12.9 min	ec, β^+ / ph	3.20E-11	4.00E-11	0.546	800	1.4	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Ag-103	65.7 min	ec, β^+ / ph	4.50E-11	4.30E-11	0.125	500	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Pd-103
Ag-104	69.2 min	ec, β^+ / ph	7.10E-11	6.00E-11	0.410	300	0.5	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	10	
Ag-104m	33.5 min	ec, β^+, it / ph	4.50E-11	5.40E-11	0.188	400	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Ag-104 [6]
Ag-105	41.29 d	ec / ph	8.00E-10	4.70E-10	0.102	50	0.1	1.E+00	8.00E+06	1.00E+04	100	
Ag-106	23.96 min	ec, β^+, b- / ph	2.70E-11	3.20E-11	0.117	700	1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
Ag-106m	8.28 d	ec / ph	1.60E-09	1.50E-09	0.435	60	0.2	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	30	
Ag-108m / Ag-108	418 a	ec, it / ph	1.90E-08	2.30E-09	0.263	100	0.3	1.E-01 [2]	3.00E+05	4.00E+02	30	
Ag-110m / Ag-110	249.76 d	β^-, it / ph	7.30E-09	2.80E-09	0.409	500	0.6	1.E-01 [2]	8.00E+05	1.00E+03	10	
Ag-111	7.45 d	β^- / ph	1.60E-09	1.30E-09	0.004	1000	1.6	1.E+02	4.00E+06	5.00E+03	3	
Ag-112	3.130 h	β^- / ph	2.60E-10	4.30E-10	0.640	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	
Ag-115	20.0 min	β^- / ph	4.40E-11	6.00E-11	0.181	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Cd-115, Cd-115m
Cd-104	57.7 min	ec / ph	6.30E-11	5.80E-11	0.062	20	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	100	→ Ag-104 [6]
Cd-107	6.50 h	ec, β^+ / ph	1.10E-10	6.20E-11	0.030	20	0.6	1.E+03 [1]	5.00E+07	8.00E+04	10	
Cd-109	461.4 d	ec / ph	9.60E-09	2.00E-09	0.027	5	0.4	1.E+00 [2]	6.00E+05	9.00E+02	10	
Cd-113	7.7 E15 a	β^-	1.40E-07	2.50E-08	<0.001	1000	0.9	1.E-01	4.00E+04	6.00E+01	10	
Cd-113m	14.1 a	β^-, it	1.30E-07	2.30E-08	<0.001	1000	1.4	1.E-01 [2]	5.00E+04	6.00E+01	3	
Cd-115	53.46 h	β^- / ph	1.30E-09	1.40E-09	0.037	1000	1.5	1.E+01 [2]	5.00E+06	6.00E+03	3	→ In-115
Cd-115m	44.6 d	β^- / ph	6.40E-09	3.30E-09	0.003	1000	1.6	1.E+02 [2]	9.00E+05	1.00E+03	3	→ In-115
Cd-117	2.49 h	β^- / ph	2.50E-10	2.80E-10	0.158	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ In-117m, In-117
Cd-117m	3.36 h	β^- / ph	3.20E-10	2.80E-10	0.282	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ In-117, In-117m

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
In-109	4.2 h	ec, β^+ / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.117	300	0.3	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	30	→ Cd-109
In-110	4.9 h	ec, β^+ / ph	2.50E-10	2.40E-10	0.468	60	0.2	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	30	
In-110m	69.1 min	ec, β^+ / ph	8.10E-11	1.00E-10	0.238	700	1.1	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	
In-111	2.8047 d	ec / ph	3.10E-10	2.90E-10	0.082	400	0.3	1.E+01 [2]	2.00E+07	3.00E+04	30	
In-112	14.97 min	ec, β^+, β^- / ph	1.30E-11	1.00E-11	0.047	900	1	1.E+02 [1]	5.00E+08	6.00E+05	10	
In-113m	1.6579 h	it / ph	3.20E-11	2.80E-11	0.047	500	0.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
In-114m / In-114	49.51 d	it, ec / ph	1.10E-08	4.10E-09	0.023	3000	3.2	1.E+01 [2]	5.00E+05	8.00E+02	3	
In-115	4.41 E14 a	β^-	4.50E-07	3.20E-08	<0.001	1000	1.3	1.E+02	1.00E+04	2.00E+01	3	
In-115m	4.486 h	it, β^- / ph	8.70E-11	8.60E-11	0.033	900	1	1.E+02	7.00E+07	1.00E+05	10	→ In-115
In-116m	54.41 min	β^- / ph	8.00E-11	6.40E-11	0.356	1000	1.7	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
In-117	43.2 min	β^- / ph	4.80E-11	3.10E-11	0.109	2000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
In-117m	116.2 min	β^-, it / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.019	1000	1.4	1.E+02 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ In-117 [6]
In-119m / In-119	18.0 min	β^-, it / ph	2.90E-11	4.70E-11	0.033	1000	1.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Sn-110	4.11 h	ec / ph	2.60E-10	3.50E-10	0.064	70	0.1	1.E+02 [2]	2.00E+07	3.00E+04	100	→ In-110S [6]
Sn-111	35.3 min	ec, β^+ / ph	2.20E-11	2.30E-11	0.087	400	0.6	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ In-111
Sn-113	115.09 d	ec / ph	1.90E-09	7.30E-10	0.019	4	<0.1	1.E+00 [2]	3.00E+06	4.00E+03	300	→ In-113m
Sn-117m	13.76 d	it / ph	2.20E-09	7.10E-10	0.038	3000	2.4	1.E+02	3.00E+06	4.00E+03	3	
Sn-119m	293.1 d	it / ph	1.50E-09	3.40E-10	0.011	1	<0.1	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	1000	
Sn-121	27.03 h	β^-	2.80E-10	2.30E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	3	
Sn-121m	43.9 a	it, β^- / ph	3.30E-09	3.80E-10	0.004	300	0.3	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	30	→ Sn-121
Sn-123	129.2 d	β^- / ph	5.60E-09	2.10E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	1.00E+03	3	
Sn-123m	40.06 min	β^- / ph	4.40E-11	3.80E-11	0.024	2000	1.9	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Sn-125	9.64 d	β^- / ph	2.80E-09	3.10E-09	0.053	1000	1.5	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	3	→ Sb-125
Sn-126	2.30 E5 a	β^- / ph	1.80E-08	4.70E-09	0.017	1000	1.2	1.E-01 [2]	3.00E+05	5.00E+02	3	→ Sb-126 [6]
Sn-127	2.10 h	β^- / ph	2.00E-10	2.00E-10	0.313	1000	1.6	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Sb-127 [6]
Sn-128	59.07 min	β^- / ph	1.50E-10	1.50E-10	0.138	1000	1.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	→ Sb-128S [6]
Sb-115	32.1 min	ec, β^+ / ph	2.30E-11	2.40E-11	0.151	400	0.6	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	
Sb-116	15.8 min	ec, β^+ / ph	2.30E-11	2.60E-11	0.321	500	0.9	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	
Sb-116m	60.3 min	ec, β^+ / ph	8.50E-11	6.70E-11	0.487	400	0.9	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10	
Sb-117	2.80 h	ec, β^+ / ph	2.70E-11	1.80E-11	0.045	400	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sb-118m	5.00 h	ec, β^+ / ph	2.30E-10	2.10E-10	0.411	200	0.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	30	
Sb-119	38.19 h	ec / ph	5.90E-11	8.10E-11	0.022	3	<0.1	1.E+03 [1]	1.00E+08	1.00E+05	1000	
Sb-120	15.89 min	ec, β^+ / ph	1.20E-11	1.40E-11	0.079	500	0.7	1.E+02 [1]	5.00E+08	7.00E+05	10	
Sb-120m	5.76 d	ec / ph	1.30E-09	1.20E-09	0.386	400	0.4	1.E+00	5.00E+06	6.00E+03	10	
Sb-122	2.7238 d	β^-, ec, β^+ / ph	1.20E-09	1.70E-09	0.068	1000	1.6	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	3	
Sb-124	60.20 d	β^- / ph	4.70E-09	2.50E-09	0.261	1000	1.5	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	
Sb-124n	20.2 min	it / ph	8.30E-12	8.00E-12	<0.001	<1	<0.1	1.E+02 [1]	7.00E+08	1.00E+06	1000	→ Sb-124 [6]
Sb-125	2.75856 a	β^- / ph	3.30E-09	1.10E-09	0.076	700	0.7	1.E-01 [2]	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Te-125m
Sb-126	12.35 d	β^- / ph	3.20E-09	2.40E-09	0.434	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3	
Sb-126m	19.15 min	β^-, it / ph	3.30E-11	3.60E-11	0.239	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Sb-126 [6]
Sb-127	3.85 d	β^- / ph	1.70E-09	1.70E-09	0.106	1000	1.6	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Te-127, Te-127m
Sb-128	10.4 min	β^- / ph	6.70E-10	7.60E-10	0.472	1000	1.8	1.E+01	9.00E+06	1.00E+04	3	
Sb-128m	9.01 h	β^-, it / ph	2.60E-11	3.30E-11	0.313	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Sb-129	4.40 h	β^- / ph	3.50E-10	4.20E-10	0.212	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Te-129, Te-129m
Sb-130	39.5 min	β^- / ph	9.10E-11	9.10E-11	0.505	2000	2.1	1.E+01 [1]	7.00E+07	9.00E+04	3	
Sb-131	23.03 min	β^- / ph	8.30E-11	1.00E-10	0.278	1000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Te-131, Te-131m
Te-116	2.49 h	ec, β^+ / ph	1.70E-10	1.70E-10	0.033	8	0.2	1.E+02 [1]	4.00E+07	5.00E+04	30	→ Sb-116 [6]
Te-119m	4.70 d	ec, β^+ / ph						1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	300	
Te-121	19.16 d	ec / ph	4.40E-10	4.30E-10	0.104	20	0.1	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	100	
Te-121m	154 d	it, ec / ph	3.60E-09	2.30E-09	0.043	200	0.4	1.E+00	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Te-121 [6]
Te-123	6.00 E14 a	ec / ph	5.00E-09	4.40E-09	0.017	2	<0.1	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	100	
Te-123m	119.25 d	it / ph	3.40E-09	1.40E-09	0.032	400	0.8	1.E+00	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Te-123
Te-125m	57.40 d	it / ph	2.90E-09	8.70E-10	0.027	500	1.1	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	3	
Te-127	9.35 h	β^- / ph	1.80E-10	1.70E-10	0.001	1000	1.4	1.E+03	3.00E+07	5.00E+04	3	
Te-127m	109 d	it, β^- / ph	6.20E-09	2.30E-09	0.009	40	0.5	1.E+01 [2]	1.00E+06	1.00E+03	10	→ Te-127
Te-129	69.6 min	β^- / ph	5.70E-11	6.30E-11	0.012	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ I-129
Te-129m	33.6 d	it, β^- / ph	5.40E-09	3.00E-09	0.011	600	1.2	1.E+01 [2]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Te-129

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Te-131	25.0 min	β^- / ph	6.10E-11	8.70E-11	0.067	2000	2	1.E+02	1.00E+08	1.00E+05	3	→ I-131
Te-131m	30 h	β^-, it / ph	1.60E-09	1.90E-09	0.208	2000	1.5	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00E+03	3	→ I-131, Te-131
Te-132	3.204 d	β^- / ph	3.00E-09	3.70E-09	0.050	700	0.7	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	10	→ I-132 [6]
Te-133	12.5 min	β^- / ph	4.40E-11	7.20E-11	0.151	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ I-133
Te-133m	55.4 min	β^-, it / ph	1.90E-10	2.80E-10	0.344	1000	1.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ I-133, Te-133
Te-134	41.8 min	β^- / ph	1.10E-10	1.10E-10	0.142	2000	1.7	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ I-134 [6]
I-120	81.6 min	ec, β^+ / ph	1.90E-10	3.40E-10	1.155	800	1.5	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
I-120m	53 min	ec, β^+ / ph	1.40E-10	2.10E-10	1.108	800	1.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	
I-121	2.12 h	ec, β^+ / ph	3.90E-11	8.20E-11	0.077	400	0.4	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Te-121
I-123	13.27 h	ec / ph	1.10E-10	2.10E-10	0.043	400	0.3	1.E+02	5.00E+07	8.00E+04	30	→ Te-123
I-124	4.1760 d	ec, β^+ / ph	6.30E-09	1.30E-08	0.170	300	0.5	1.E+01	1.00E+06	1.00E+03	10	
I-125	59.400 d	ec / ph	7.30E-09	1.50E-08	0.033	4	<0.1	1.E+02	8.00E+05	1.00E+03	10	
I-126	12.93 d	ec, β^+, β^- / ph	1.40E-08	2.90E-08	0.078	700	0.7	1.E+01	4.00E+05	6.00E+02	10	
I-128	24.99 min	β^-, ec, β^+ / ph	2.20E-11	4.60E-11	0.016	1000	1.5	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3	
I-129	1.57 E7 a	β^- / ph	5.10E-08	1.10E-07	0.016	100	0.3	1.E-02	1.00E+05	2.00E+02	3	→ Xe-129
I-130	12.36 h	β^- / ph	9.60E-10	2.00E-09	0.325	1000	1.6	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	3	
I-131	8.02070 d	β^- / ph	1.10E-08	2.20E-08	0.062	1000	1.4	1.E+01	5.00E+05	8.00E+02	3	→ Xe-131m
I-132	2.295 h	β^- / ph	2.00E-10	2.90E-10	0.338	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
I-132m	1.387 h	it, β^- / ph	1.10E-10	2.20E-10	0.055	300	1	1.E+02	5.00E+07	8.00E+04	10	→ I-132 [6]
I-133	20.8 h	β^- / ph	2.10E-09	4.30E-09	0.093	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3	→ Xe-133, Xe-133m
I-134	52.5 min	β^- / ph	7.90E-11	1.10E-10	0.385	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
I-135	6.57 h	β^- / ph	4.60E-10	9.30E-10	0.223	1000	1.6	1.E+01 [2]	1.00E+07	2.00E+04	3	→ Xe-135, Xe-135m
Xe-122 / I-122	20.1 h	ec, β^+ / ph			0.284	800	1.3	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00E+04		
Xe-123	2.08 h	ec, β^+ / ph			0.107	800	0.9	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05		→ I-123
Xe-125	16.9 h	ec, β^+ / ph			0.060	300	0.2	1.E+02	3.00E+08	3.00E+05		→ I-125
Xe-127	36.4 d	ec / ph			0.059	400	0.3	1.E+01	2.00E+08	2.00E+05		
Xe-129m	8.88 d	it / ph			0.030	3000	1.9	1.E+03	3.00E+09	3.00E+06		
Xe-131m	11.84d	it / ph			0.012	3000	2.1	1.E+03	8.00E+09	8.00E+06		

			Grandeurs d'appréciation						Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices			
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)		**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³		**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11		12	13
Xe-133	5.243 d	β^- / ph			0.016	1000	1		1.E+02	2.00E+09	2.00E+06			
Xe-133m	2.19 d	it / ph			0.016	2000	1.7		1.E+02	2.00E+09	2.00E+06			→ Xe-133
Xe-135	9.14 h	β^- / ph			0.040	2000	1.6		1.E+02	3.00E+08	3.00E+05			→ Cs-135
Xe-135m	15.29 min	it, β^- / ph			0.069	200	0.4		1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05			→ Cs-135
Xe-137	3.818 min	β^- / ph			1.167	2	1.7			3.00E+08	3.00E+05			
Xe-138	14.08 min	β^- / ph			0.166	1000	1.7		1.E+02 [1]	5.00E+07	5.00E+04			→ Cs-138 [6]
Cs-125	45 min	ec, β^+ / ph	2.30E-11	3.50E-11	0.114	500	0.7		1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05		10	→ Xe-125
Cs-127	6.25 h	ec, β^+ / ph	4.00E-11	2.40E-11	0.079	100	0.2		1.E+02	2.00E+08	2.00E+05		30	→ Xe-127
Cs-129	32.06 h	ec, β^+ / ph	8.10E-11	6.00E-11	0.063	30	<0.1		1.E+01	7.00E+07	1.00E+05		1000	
Cs-130	29.21 min	ec, β^+, β^- / ph	1.50E-11	2.80E-11	0.087	500	0.8		1.E+02 [1]	4.00E+08	6.00E+05		10	
Cs-131	9.689 d	ec / ph	4.50E-11	5.80E-11	0.016	2	<0.1		1.E+03 [1]	1.00E+08	2.00E+05		1000	
Cs-132	6.479 d	ec, β^+, β^- / ph	3.80E-10	5.00E-10	0.119	50	0.1		1.E+01	2.00E+07	2.00E+04		100	
Cs-134	2.0648 a	β^-, ec / ph	9.60E-09	1.90E-08	0.236	1000	1.1		1.E-01	6.00E+05	9.00E+02		3	
Cs-134m	2.903 h	it / ph	2.60E-11	2.00E-11	0.009	1000	1.5		1.E+03	2.00E+08	3.00E+05		3	→ Cs-134 [6]
Cs-135	2.3 E6 a	β^-	9.90E-10	2.00E-09	0.000	600	0.7		1.E+02	6.00E+06	8.00E+03		10	
Cs-135m	53 min	it / ph	2.40E-11	1.90E-11	0.239	70	0.2		1.E+01 [1]	3.00E+08	3.00E+05		30	→ Cs-135
Cs-136	13.16 d	β^- / ph	1.90E-09	3.00E-09	0.327	1000	1.5		1.E+00	3.00E+06	4.00E+03		3	
Cs-137 / Ba-137m	30.1671 a	β^-, it / ph	6.70E-09	1.30E-08	0.092	2000	1.5		1.E-01 [2]	9.00E+05	1.00E+03		3	
Cs-138	33.41 min	β^- / ph	4.60E-11	9.20E-11	0.445	1000	1.8		1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05		3	
Ba-126 / Cs-126	100 min	ec, β^+ / ph	1.20E-10	2.60E-10	0.805	900	1.6		1.E+02 [1]	5.00E+07	7.00E+04		3	
Ba-128 / Cs-128	2.43 d	ec, β^+ / ph	1.30E-09	2.70E-09	0.209	700	1.2		1.E+02 [2]	5.00E+06	6.00E+03		3	
Ba-131	11.50 d	ec / ph	3.50E-10	4.50E-10	0.087	300	0.4		1.E+01	2.00E+07	2.00E+04		10	→ Cs-131
Ba-131m	14.6 min	it / ph	6.40E-12	4.90E-12	0.019	50	0.4		1.E+02 [1]	9.00E+08	1.00E+06		10	→ Ba-131
Ba-133	10.52 a	ec / ph	1.80E-09	1.00E-09	0.085	70	0.1		1.E-01	3.00E+06	5.00E+03		100	
Ba-133m	38.9 h	it, ec / ph	2.80E-10	5.50E-10	0.019	2000	1.5		1.E+02	2.00E+07	3.00E+04		3	→ Ba-133
Ba-135m	28.7 h	it / ph	2.30E-10	4.50E-10	0.018	2000	1.5		1.E+02	3.00E+07	4.00E+04		3	
Ba-139	83.06 min	β^- / ph	5.50E-11	1.20E-10	0.012	1000	1.7		1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05		3	
Ba-140	12.752 d	β^- / ph	1.60E-09	2.50E-09	0.031	1000	1.5		1.E+00	4.00E+06	5.00E+03		3	→ La-140 [6]
Ba-141	18.27 min	β^- / ph	3.50E-11	7.00E-11	0.152	1000	1.9		1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05		3	→ La-141
Ba-142	10.6 min	β^- / ph	2.70E-11	3.50E-11	0.160	1000	1.7		1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05		3	→ La-142 [6]

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
La-131	59 min	ec, β^+ / ph	3.60E-11	3.50E-11	0.116	400	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Ba-131
La-132	4.8 h	ec, β^+ / ph	2.80E-10	3.90E-10	0.379	400	0.8	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10	
La-135	19.5 h	ec, β^+ / ph	2.50E-11	3.00E-11	0.017	2	<0.1	1.E+03	2.00E+08	3.00E+05	1000	
La-137	6.0 E4 a	ec / ph	1.00E-08	8.10E-11	0.014	2	<0.1	1.E+02	6.00E+05	8.00E+02	1000	
La-138	1.02 E11 a	ec, β^- / ph	1.80E-07	1.10E-09	0.185	400	0.4	1.E-01	3.00E+04	5.00E+01	10	
La-140	1.6781 d	β^- / ph	1.50E-09	2.00E-09	0.332	1000	1.8	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	3	
La-141	3.92 h	β^- / ph	2.20E-10	3.60E-10	0.016	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Ce-141
La-142	91.1 min	β^- / ph	1.50E-10	1.80E-10	0.490	1000	1.8	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	
La-143	14.2 min	β^- / ph	3.30E-11	5.60E-11	0.219	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Ce-143
Ce-134 / La -134	3.16 d	ec, β^+ / ph	1.60E-09	2.50E-09	0.149	600	1	1.E+03 [2]	4.00E+06	5.00E+03	10	
Ce-135	17.7 h	ec, β^+ / ph	7.60E-10	7.90E-10	0.271	2000	1.8	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	3	→ La-135
Ce-137	9.0 h	ec, β^+ / ph	1.90E-11	2.50E-11	0.016	10	<0.1	1.E+03	3.00E+08	4.00E+05	1000	→ La-137
Ce-137m	34.4 h	it, ec / ph	5.90E-10	5.40E-10	0.016	2000	1.6	1.E+02 [2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Ce-137, La-137
Ce-139	137.641 d	ec / ph	1.40E-09	2.60E-10	0.036	500	0.5	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	10	
Ce-141	32.508 d	β^- / ph	3.10E-09	7.10E-10	0.014	2000	1.6	1.E+02	2.00E+06	3.00E+03	3	
Ce-143	33.039 h	β^- / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.053	1000	1.6	1.E+01	6.00E+06	8.00E+03	3	→ Pr-143
Ce-144 / Pr-144m	284.91 d	β^- / ph	2.90E-08	5.20E-09	0.005	800	0.9	1.E+01 [2]	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Pr-144
Pr-136	13.1 min	ec, β^+ / ph	2.50E-11	3.30E-11	0.375	600	1.1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Pr-137	1.28 h	ec, β^+ / ph	3.50E-11	4.00E-11	0.083	300	0.5	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Ce-137
Pr-138m	2.12 h	ec, β^+ / ph	1.30E-10	1.30E-10	0.379	600	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10	
Pr-139	4.41 h	ec, β^+ / ph	3.00E-11	3.10E-11	0.028	100	0.1	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	100	→ Ce-139
Pr-142	19.12 h	β^-, ec / ph	7.40E-10	1.30E-09	0.011	1000	1.6	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3	
Pr-142m	14.6 min	it / ph	9.40E-12	1.70E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+07 [1]	6.00E+08	9.00E+05	1000	→ Pr-142
Pr-143	13.57 d	β^-	2.20E-09	1.20E-09	0.000	1000	1.5	1.E+03	3.00E+06	4.00E+03	3	
Pr-144	17.28 min	β^- / ph	3.00E-11	5.00E-11	0.099	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Pr-145	5.984 h	β^- / ph	2.60E-10	3.90E-10	0.002	1000	1.6	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	3	
Pr-147	13.4 min	β^- / ph	3.00E-11	3.30E-11	0.144	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Nd-147
Nd-136	50.65 min	ec, β^+ / ph	8.90E-11	9.90E-11	0.061	200	0.3	1.E+02 [1]	7.00E+07	9.00E+04	30	→ Pr-136 [6]
Nd-138 / Pr-138	5.04 h	ec / ph	3.80E-10	6.40E-10	0.398	700	1.3	1.E+03 [2]	2.00E+07	2.00E+04	3	
Nd-139	29.7 min	ec, β^+ / ph	1.70E-11	2.00E-11	0.070	300	0.4	1.E+02 [1]	4.00E+08	5.00E+05	10	→ Pr-139

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation		Valeurs directrices	
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nd-139m	5.50 h	ec, β^+, it / ph	2.50E-10	2.50E-10	0.246	500	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Pr-139, Nd-139
Nd-140	3.37 d	ec / ph						1.E+04 [2]	3.00E+06	4.00E+03	100	
Nd-141	2.49 h	ec, β^+ / ph	8.80E-12	8.30E-12	0.021	50	0.1	1.E+02 [1]	7.00E+08	9.00E+05	100	
Nd-147	10.98 d	β^- / ph	2.10E-09	1.10E-09	0.027	1000	1.5	1.E+02	3.00E+06	4.00E+03	3	→ Pm-147
Nd-149	1.728 h	β^- / ph	1.30E-10	1.20E-10	0.063	2000	1.8	1.E+02 [1]	5.00E+07	6.00E+04	3	→ Pm-149
Nd-151	12.44 min	β^- / ph	2.90E-11	3.00E-11	0.137	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Pm-151
Pm-141	20.90 min	ec, β^+ / ph	2.50E-11	3.60E-11	0.137	500	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Nd-141, Nd-141m
Pm-143	265 d	ec / ph	9.60E-10	2.30E-10	0.057	7	<0.1	1.E+00	6.00E+06	9.00E+03	1000	
Pm-144	363 d	ec / ph	5.40E-09	9.70E-10	0.248	40	0.1	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	100	
Pm-145	17.7 a	ec, α / ph	2.40E-09	1.10E-10	0.013	10	<0.1	1.E+01	3.00E+06	3.00E+03	1000	
Pm-146	5.53 a	ec, β^- / ph	1.30E-08	9.00E-10	0.122	500	0.6	1.E-01	5.00E+05	6.00E+02	10	→ Sm-146
Pm-147	2.6234 a	β^-	3.50E-09	2.60E-10	<0.001	500	0.6	1.E+03	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Sm-147
Pm-148	5.368 d	β^- / ph	2.20E-09	2.70E-09	0.091	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3	
Pm-148m	41.29 d	β^-, it / ph	4.30E-09	1.80E-09	0.306	1000	1.4	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Sm-148
Pm-149	53.08 h	β^- / ph	8.20E-10	9.90E-10	0.002	1000	1.6	1.E+03	7.00E+06	1.00E+04	3	
Pm-150	2.68 h	β^- / ph	2.10E-10	2.60E-10	0.226	1000	1.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Pm-151	28.40 h	β^- / ph	6.40E-10	7.30E-10	0.052	1000	1.5	1.E+01	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Sm-151
Sm-141	10.2 min	ec, β^+ / ph	2.70E-11	3.90E-11	0.287	500	1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Pm-141 [6]
Sm-141m	22.6 min	ec, β^+, it / ph	5.60E-11	6.50E-11	0.338	900	1.1	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Pm-141, Sm-141
Sm-142 / Pm-142	72.49 min	ec, β^+ / ph	1.10E-10	1.90E-10	0.752	800	1.5	1.E+02 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3	
Sm-145	340 d	ec / ph	1.10E-09	2.10E-10	0.026	20	<0.1	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	1000	→ Pm-145
Sm-146	1.03 E8 a	α	6.70E-06	5.40E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3	
Sm-147	1.060 E11 a	α	6.10E-06	4.90E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	1.00E+03	1.00E+00	3	
Sm-151	90 a	β^-	2.60E-09	9.80E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	1000	
Sm-153	46.50 h	β^- / ph	6.80E-10	7.40E-10	0.016	1000	1.6	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3	
Sm-155	22.3 min	β^- / ph	2.80E-11	2.90E-11	0.019	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Eu-155
Sm-156	9.4 h	β^- / ph	2.80E-10	2.50E-10	0.022	1000	1.4	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Eu-156 [6]
Eu-145	5.93 d	ec, β^+ / ph	7.30E-10	7.50E-10	0.217	60	0.2	1.E+00	8.00E+06	1.00E+04	30	→ Sm-145

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Eu-146	4.61 d	ec, β^+ / ph	1.20E-09	1.30E-09	0.375	100	0.3	1.E+00	5.00E+06	7.00E+03	30	→ Sm-146
Eu-147	24.1 d	ec, β^+, α / ph	1.00E-09	4.40E-10	0.085	300	0.3	1.E+01	6.00E+06	8.00E+03	30	→ Sm-147, Pm-143
Eu-148	54.5 d	ec, β^+, α / ph	2.30E-09	1.30E-09	0.327	70	0.2	1.E+00	3.00E+06	4.00E+03	30	→ Pm-144
Eu-149	93.1 d	ec / ph	2.30E-10	1.00E-10	0.018	20	<0.1	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	1000	
Eu-150	36.9 a	ec, β^+ / ph	3.40E-08	1.30E-09	0.238	100	0.2	1.E-01	2.00E+05	2.00E+02	30	
Eu-150m	12.8 h	β^-, ec, β^+ / ph	2.80E-10	3.80E-10	0.008	1000	1.4	1.E+03 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	
Eu-152	13.537 a	ec, β^+, β^- / ph	2.70E-08	1.40E-09	0.179	700	0.8	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Gd-152
Eu-152m	9.3116 h	β^-, ec, β^+ / ph	3.20E-10	5.00E-10	0.047	900	1.3	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Gd-152
Eu-154	8.593 a	β^-, ec / ph	3.50E-08	2.00E-09	0.185	2000	1.8	1.E-01	2.00E+05	2.00E+02	3	
Eu-155	4.7611 a	β^- / ph	4.70E-09	3.20E-10	0.012	200	0.3	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	30	
Eu-156	15.19 d	β^- / ph	3.00E-09	2.20E-09	0.188	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3	
Eu-157	15.18 h	β^- / ph	4.40E-10	6.00E-10	0.049	1000	1.6	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	3	
Eu-158	45.9 min	β^- / ph	7.50E-11	9.40E-11	0.220	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Gd-145	23.0 min	ec, β^+ / ph	3.50E-11	4.40E-11	0.360	500	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Eu-145 [6]
Gd-146	48.27 d	ec / ph	5.20E-09	9.60E-10	0.057	600	0.9	1.E+00 [2]	1.00E+06	2.00E+03	10	→ Eu-146 [6]
Gd-147	38.1 h	ec, β^+ / ph	5.90E-10	6.10E-10	0.206	400	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	→ Eu-147
Gd-148	74.6 a	α	3.00E-05	5.50E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	2.00E+02	3.00E-01	3	
Gd-149	9.28 d	ec, β^+ / ph	7.90E-10	4.50E-10	0.076	400	0.6	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	10	→ Eu-149
Gd-151	124 d	ec, α / ph	9.30E-10	2.00E-10	0.018	200	0.2	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	30	→ Sm-147
Gd-152	1.08 E14 a	α	2.20E-05	4.10E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+01 [1]	3.00E+02	4.00E-01	3	
Gd-153	240.4 d	ec / ph	2.50E-09	2.70E-10	0.029	30	0.1	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	100	
Gd-159	18.479 h	β^- / ph	3.90E-10	4.90E-10	0.010	1000	1.5	1.E+02	2.00E+07	2.00E+04	3	
Tb-147	1.64 h	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.60E-10	0.356	400	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	10	→ Gd-147 [6]
Tb-149	4.118 h	ec, β^+, α / ph	3.10E-09	2.50E-10	0.241	400	0.6	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Gd-149, Eu-145
Tb-150	3.48 h	ec, β^+, α / ph	1.80E-10	2.50E-10	0.346	400	0.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	5.00E+04	10	
Tb-151	17.609 h	ec, β^+, α / ph	3.30E-10	3.40E-10	0.147	400	0.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Gd-151, Eu-147
Tb-153	2.34 d	ec, β^+ / ph	2.40E-10	2.50E-10	0.045	100	0.1	1.E+01	3.00E+07	3.00E+04	100	→ Gd-153
Tb-154	21.5 h	ec, β^+ / ph	6.00E-10	6.50E-10	0.313	400	0.6	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	
Tb-155	5.32 d	ec / ph	2.50E-10	2.10E-10	0.031	200	0.2	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	30	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tb-156	5.35 d	ec / ph	1.40E-09	1.20E-09	0.277	500	0.8	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	10	
Tb-156m	24.4 h	it / ph	2.30E-10	1.70E-10	0.007	4	<0.1	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	1000	
Tb-156n	5.3 h	it / ph	1.30E-10	8.10E-11	0.001	8	0.6	1.E+04 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10	→ Tb-156 [6]
Tb-157	71 a	ec / ph	7.90E-10	3.40E-11	0.001	6	<0.1	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	1000	
Tb-158	180 a	ec, β^- / ph	3.00E-08	1.10E-09	0.127	400	0.6	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	10	
Tb-160	72.3 d	β^- / ph	5.40E-09	1.60E-09	0.169	1000	1.7	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	
Tb-161	6.906 d	β^- / ph	1.20E-09	7.20E-10	0.013	1000	1.3	1.E+03	5.00E+06	7.00E+03	3	
Dy-155	9.9 h	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.094	100	0.1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	100	→ Tb-155
Dy-157	8.14 h	ec / ph	5.50E-11	6.10E-11	0.065	40	0.1	1.E+02	1.00E+08	2.00E+05	100	→ Tb-157
Dy-159	144.4 d	ec / ph	2.50E-10	1.00E-10	0.015	10	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000	
Dy-165	2.334 h	β^- / ph	8.70E-11	1.10E-10	0.005	1000	1.6	1.E+03	7.00E+07	1.00E+05	3	
Dy-166	81.6 h	β^- / ph	1.80E-09	1.60E-09	0.010	1000	1.1	1.E+02	3.00E+06	5.00E+03	3	→ Ho-166
Ho-155	48 min	ec, β^+ / ph	3.20E-11	3.70E-11	0.066	300	0.5	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Dy-155
Ho-157	12.6 min	ec, β^+ / ph	7.60E-12	6.50E-12	0.088	300	0.3	1.E+02 [1]	8.00E+08	1.00E+06	30	→ Dy-157
Ho-159	33.05 min	ec, β^+ / ph	1.00E-11	7.90E-12	0.069	200	0.2	1.E+02 [1]	6.00E+08	8.00E+05	30	→ Dy-159
Ho-161	2.48 h	ec / ph	1.00E-11	1.30E-11	0.022	20	<0.1	1.E+02 [1]	6.00E+08	8.00E+05	1000	
Ho-162	15.0 min	ec, β^+ / ph	4.50E-12	3.30E-12	0.032	70	0.2	1.E+02 [1]	1.00E+09	2.00E+06	30	
Ho-162m	67.0 min	it, ec, β^+ / ph	3.30E-11	2.60E-11	0.094	300	0.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Ho-162
Ho-164	29 min	ec, β^- / ph	1.30E-11	9.50E-12	0.009	600	0.7	1.E+03 [1]	5.00E+08	6.00E+05	10	
Ho-164m	38.0 min	it / ph	1.60E-11	1.60E-11	0.014	20	<0.1	1.E+03 [1]	4.00E+08	5.00E+05	1000	→ Ho-164
Ho-166	26.80 h	β^- / ph	8.30E-10	1.40E-09	0.005	1000	1.7	1.E+02	7.00E+06	1.00E+04	3	
Ho-166m	1.20 E3 a	β^- / ph	7.80E-08	2.00E-09	0.268	800	0.9	1.E-01	8.00E+04	1.00E+02	10	
Ho-167	3.1 h	β^- / ph	1.00E-10	8.30E-11	0.061	1000	1.4	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3	
Er-161	3.21 h	ec, β^+	8.50E-11	8.00E-11	0.139	400	0.4	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10	→ Ho-161
Er-165	10.36 h	ec	1.40E-11	1.90E-11	0.011	7	<0.1	1.E+03 [1]	4.00E+08	6.00E+05	1000	
Er-169	9.40 d	β^-	9.20E-10	3.70E-10	<0.001	1000	1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	10	
Er-171	7.516 h	β^-	3.00E-10	3.60E-10	0.064	2000	1.9	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Tm-171
Er-172	49.3 h	β^-	1.20E-09	1.00E-09	0.084	1000	1	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	10	→ Tm-172
Tm-162	21.70 min	ec, β^+ / ph	2.70E-11	2.90E-11	0.261	300	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
Tm-166	7.70 h	ec, β^+ / ph	2.80E-10	2.80E-10	0.270	200	0.4	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tm-167	9.25 d	ec / ph	1.00E-09	5.60E-10	0.029	2000	1.1	1.E+02 [1]	6.00E+06	8.00E+03	3	
Tm-170	128.6 d	β^-, ec / ph	5.20E-09	1.30E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	2.00E+03	3	
Tm-171	1.92 a	β^- / ph	9.10E-10	1.10E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	1000	
Tm-172	63.6 h	β^- / ph	1.40E-09	1.70E-09	0.069	1000	1.5	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	3	
Tm-173	8.24 h	β^- / ph	2.60E-10	3.10E-10	0.063	1000	1.6	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	
Tm-175	15.2 min	β^- / ph	3.10E-11	2.70E-11	0.160	2000	2	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Yb-175
Yb-162	18.87 min	ec, β^+ / ph	2.30E-11	2.30E-11	0.027	60	0.1	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	100	→ Tm-162 [6]
Yb-166	56.7 h	ec / ph	9.50E-10	9.50E-10	0.022	10	0.1	1.E+02 [1]	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Tm-166 [6]
Yb-167	17.5 min	ec, β^+ / ph	9.50E-12	6.70E-12	0.053	200	0.4	1.E+02 [1]	6.00E+08	9.00E+05	10	→ Tm-167
Yb-169	32.026 d	ec / ph	2.40E-09	7.10E-10	0.061	1000	1	1.E+01	3.00E+06	3.00E+03	10	
Yb-175	4.185 d	β^- / ph	7.00E-10	4.40E-10	0.007	1000	1.1	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3	
Yb-177	1.911 h	β^- / ph	9.40E-11	9.70E-11	0.028	1000	1.5	1.E+02 [1]	6.00E+07	9.00E+04	3	→ Lu-177
Yb-178	74 min	β^- / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.006	1000	1.3	1.E+03 [2]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ Lu-178
Lu-169	34.06 h	ec, β^+ / ph	4.90E-10	4.60E-10	0.154	100	0.2	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Yb-169
Lu-170	2.012 d	ec, β^+ / ph	9.50E-10	9.90E-10	0.281	60	0.3	1.E+01 [1]	6.00E+06	9.00E+03	30	
Lu-171	8.24 d	ec, β^+ / ph	9.30E-10	6.70E-10	0.115	30	0.1	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	100	
Lu-172	6.70 d	ec, β^+ / ph	1.80E-09	1.30E-09	0.283	300	0.5	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10	
Lu-173	1.73 a	ec / ph	1.50E-09	2.60E-10	0.028	30	0.1	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	100	
Lu-174	3.31 a	ec, β^+ / ph	2.90E-09	2.70E-10	0.024	10	<0.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	1000	
Lu-174m	142 d	it, ec / ph	2.60E-09	5.30E-10	0.015	30	<0.1	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	300	→ Lu-174
Lu-176	3.85 E10 a	β^- / ph	4.60E-08	1.80E-09	0.081	2000	2.3	1.E-01	1.00E+05	2.00E+02	3	
Lu-176m	3.635 h	β^-, ec / ph	1.60E-10	1.70E-10	0.003	1000	1.8	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3	
Lu-177	6.647 d	β^- / ph	1.10E-09	5.30E-10	0.006	1000	1.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	3	
Lu-177m	160.4 d	β^-, it / ph	1.20E-08	1.70E-09	0.166	2000	2.6	1.E-01 [2]	5.00E+05	7.00E+02	3	→ Lu-177
Lu-178	28.4 min	β^- / ph	4.10E-11	4.70E-11	0.022	1000	1.8	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Lu-178m	23.1 min	β^- / ph	5.60E-11	3.80E-11	0.182	2000	2.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Lu-179	4.59 h	β^- / ph	1.60E-10	2.10E-10	0.005	1000	1.6	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3	
Hf-170	16.01 h	ec / ph	4.30E-10	4.80E-10	0.091	200	0.3	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Lu-170 [6]
Hf-172	1.87 a	ec / ph	3.70E-08	1.00E-09	0.030	100	0.1	1.E+01 [2]	2.00E+05	2.00E+02	100	→ Lu-172 [6]
Hf-173	23.6 h	ec, β^+ / ph	2.20E-10	2.30E-10	0.071	300	0.3	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	30	→ Lu-173

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Hf-175	70 d	ec / ph	8.80E-10	4.10E-10	0.065	200	0.2	1.E+00	7.00E+06	9.00E+03	30	
Hf-177m	51.4 min	it / ph	1.50E-10	8.10E-11	0.370	4000	4.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	1	
Hf-178m	31 a	it / ph	3.10E-07	4.70E-09	0.378	2000	2.1	1.E+01 [1]	2.00E+04	3.00E+01	3	
Hf-179m	25.05 d	it / ph	3.20E-09	1.20E-09	0.149	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+06	3.00E+03	3	
Hf-180m	5.5 h	it, β^- / ph	2.00E-10	1.70E-10	0.166	700	1.1	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Hf-181	42.39 d	β^- / ph	4.10E-09	1.10E-09	0.089	2000	1.9	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	
Hf-182	9E6 a	β^- / ph	3.60E-07	3.00E-09	0.039	500	0.6	1.E-01 [2]	2.00E+04	2.00E+01	10	→ Ta-182 [6]
Hf-182m	61.5 min	β^-, it / ph	7.10E-11	4.20E-11	0.150	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Ta-182 [6], Hf-182
Hf-183	1.067 h	β^- / ph	8.30E-11	7.30E-11	0.116	1000	1.6	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Ta-183
Hf-184	4.12 h	β^- / ph	4.50E-10	5.20E-10	0.043	2000	2.2	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	3	→ Ta-184
Ta-172	36.8 min	ec, β^+ / ph	5.70E-11	5.30E-11	0.244	700	1.5	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Hf-172 [6]
Ta-173	3.14 h	ec, β^+ / ph	1.60E-10	1.90E-10	0.098	500	0.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	5.00E+04	10	→ Hf-173
Ta-174	1.14 h	ec, β^+ / ph	6.60E-11	5.70E-11	0.106	700	1.2	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Hf-174
Ta-175	10.5 h	ec, β^+ / ph	2.00E-10	2.10E-10	0.137	200	0.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	30	→ Hf-175
Ta-176	8.09 h	ec, β^+ / ph	3.30E-10	3.10E-10	0.280	100	0.5	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	
Ta-177	56.56 h	ec / ph	1.30E-10	1.10E-10	0.015	100	0.2	1.E+02 [1]	5.00E+07	6.00E+04	30	
Ta-178	9.31 min	ec, β^+ / ph			0.021	10	0.2	1.E+01 [1]			30	
Ta-178m	2.36 h	ec / ph	1.10E-10	7.80E-11	0.172	700	1.2		5.00E+07	8.00E+04	3	
Ta-179	1.82 a	ec / ph	2.90E-10	6.50E-11	0.008	6	<0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	1000	
Ta-180	8.152 h	ec, β^- / ph	6.20E-11	5.40E-11	0.011	200	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10	
Ta-180m	1E13 a		1.40E-08	8.40E-10	0.094	600	1	1.E+03	4.00E+05	6.00E+02	10	
Ta-182	114.43 d	β^- / ph	7.40E-09	1.50E-09	0.194	1000	1.8	1.E-01	8.00E+05	1.00E+03	3	
Ta-182m	15.84 min	it / ph	3.60E-11	1.20E-11	0.044	3000	2.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Ta-182 [6]
Ta-183	5.1 d	β^- / ph	2.00E-09	1.30E-09	0.051	2000	2.3	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3	
Ta-184	8.7 h	β^- / ph	6.30E-10	6.80E-10	0.247	2000	2.8	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	3	
Ta-185	49.4 min	β^- / ph	7.20E-11	6.80E-11	0.033	2000	2.3	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ W-185
Ta-186	10.5 min	β^- / ph	3.10E-11	3.30E-11	0.252	2000	2.5	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
W-176	2.3h		7.60E-11	1.10E-10	0.036	20	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	100	→ Ta-176 [6]

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation		Valeurs directrices	
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
W-177	132 min	ec, β^+ / ph	4.60E-11	6.10E-11	0.140	300	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Ta-177
W-178 / Ta-178-1	21.6 d	ec / ph	1.20E-10	2.50E-10	0.024	20	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	30	
W-179	37.05 min	ec / ph	1.80E-12	3.30E-12	0.019	10	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+09	5.00E+06	1000	→ Ta-179
W-181	121.2 d	ec / ph	4.30E-11	8.20E-11	0.009	7	<0.1	1.E+01	1.00E+08	2.00E+05	1000	
W-185	75.1 d	β^-	2.20E-10	5.00E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+03	3.00E+07	4.00E+04	3	
W-187	23.72 h	β^- / ph	3.30E-10	7.10E-10	0.075	2000	1.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Re-187
W-188	69.78 d	β^- / ph	8.40E-10	2.30E-09	<0.001	1000	1	1.E+01 [2]	7.00E+06	1.00E+04	10	→ Re-188
Re-177	0.233h		2.20E-11	2.20E-11	0.100	300	0.8	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ W-177 [6]
Re-178	13.2 min	ec, β^+ / ph	2.40E-11	2.50E-11	0.256	700	1.6	1.E+01 [1]	3.00E+08	3.00E+05	3	→ W-178
Re-181	19.9 h	ec, β^+ / ph	3.70E-10	4.20E-10	0.124	500	0.6	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	10	→ W-181
Re-182	64.0 h	ec / ph	1.70E-09	1.40E-09	0.177	80	0.6	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	10	
Re-182m	12.7 h	ec, β^+ / ph	3.00E-10	2.70E-10	0.282	900	1.7	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	3	
Re-183	70.0 d	ec / ph						1.E+01	3.00E+06	5.00E+03	300	
Re-184	38.0 d	ec, β^+ / ph	1.80E-09	1.00E-09	0.138	300	0.6	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10	
Re-184m	169 d	it, ec / ph	4.80E-09	1.50E-09	0.063	300	0.8	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10	→ Re-184 [6]
Re-186	3.7183 d	β^-, ec / ph	1.20E-09	1.50E-09	0.004	2000	1.6	1.E+03	5.00E+06	7.00E+03	3	
Re-186m	2.00 E5 a	it / ph	7.90E-09	2.20E-09	0.004	10	0.1	1.E+00 [2]	8.00E+05	1.00E+03	100	→ Re-186
Re-187	4.12 E10 a	β^-	4.60E-12	5.10E-12	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	1.00E+09	2.00E+06	1000	
Re-188	17.0040 h	β^- / ph	7.40E-10	1.40E-09	0.010	1000	1.8	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3	
Re-188m	18.59 min	it / ph	2.00E-11	3.00E-11	0.016	40	0.2	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	30	→ Re-188
Re-189	24.3 h	β^- / ph	6.00E-10	7.80E-10	0.011	2000	1.6	1.E+02 [2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Os-189m
Os-180 / Re-180	21.5 min	ec, β^+ / ph	2.50E-11	1.70E-11	0.199	300	1	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
Os-181	105 min	ec, β^+ / ph	1.00E-10	8.90E-11	0.186	400	0.6	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	10	→ Re-181 [6]
Os-182	22.10 h	ec / ph	5.20E-10	5.60E-10	0.071	100	0.2	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Re-182-1 [6]
Os-185	93.6 d	ec / ph	1.40E-09	5.10E-10	0.112	40	0.1	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	100	
Os-189m	5.8 h	it / ph	7.90E-12	1.80E-11	<0.001	5	<0.1	1.E+04 [1]	8.00E+08	1.00E+06	1000	
Os-191	15.4 d	β^- / ph	1.50E-09	5.70E-10	0.015	400	0.4	1.E+02 [2]	4.00E+06	6.00E+03	10	
Os-191m	13.10 h	it / ph	1.40E-10	9.60E-11	0.002	5	0.1	1.E+03	4.00E+07	6.00E+04	100	→ Os-191
Os-193	30.11 h	β^- / ph	6.80E-10	8.10E-10	0.012	1000	1.6	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3	
Os-194	6.0 a	β^- / ph	4.20E-08	2.40E-09	0.001	2	<0.1	1.E+00 [2]	1.00E+05	2.00E+02	100	→ Ir-194

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ir-182	15 min	ec, β^+ / ph	4.00E-11	4.80E-11	0.584	1000	1.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Os-182
Ir-184	3.09 h	ec, β^+ / ph	1.90E-10	1.70E-10	0.296	1000	1.5	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Ir-185	14.4 h	ec, β^+ / ph	2.60E-10	2.60E-10	0.091	300	0.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Os-185 [6]
Ir-186	16.64 h	ec, β^+ / ph	5.00E-10	4.90E-10	0.243	1000	1	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	10	
Ir-186m	1.92 h	ec, β^+, it / ph	7.10E-11	6.10E-11	0.152	900	0.9	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	10	
Ir-187	10.5 h	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.20E-10	0.059	100	0.1	1.E+02	5.00E+07	7.00E+04	100	
Ir-188	41.5 h	ec, β^+ / ph	6.20E-10	6.30E-10	0.223	500	0.5	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	
Ir-189	13.2 d	ec / ph	4.60E-10	2.40E-10	0.016	50	0.1	1.E+02 [2]	1.00E+07	2.00E+04	100	
Ir-190	11.78 d	ec / ph	2.50E-09	1.20E-09	0.228	800	1.3	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	3	
Ir-190m	1.120 h	it / ph	1.10E-11	8.00E-12	<0.001	5	<0.1	1.E+04 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	→ Ir-190 [6]
Ir-190n	3.087 h	ec, it / ph	1.40E-10	1.20E-10	0.247	900	0.9	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	10	→ Ir-190
Ir-192	73.827 d	β^-, ec / ph	4.90E-09	1.40E-09	0.131	2000	1.6	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	
Ir-192n	241 a	it / ph	1.90E-08	3.10E-10	0.025	2	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	4.00E+02	1000	→ Ir-192 [6]
Ir-193m	10.53 d	it / ph	1.00E-09	2.70E-10				1.E+04	6.00E+06	8.00E+03	1000	
Ir-194	19.28 h	β^- / ph	7.50E-10	1.30E-09	0.017	1000	1.6	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3	
Ir-194m	171 d	β^- / ph	8.20E-09	2.10E-09	0.367	1000	1.5	1.E+01 [2]	7.00E+05	1.00E+03	3	
Ir-195	2.5 h	β^- / ph	1.00E-10	1.00E-10	0.012	1000	1.7	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3	
Ir-195m	3.8 h	β^-, it / ph	2.40E-10	2.10E-10	0.073	2000	2.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3	→ Ir-195
Pt-186	2.08 h	ec, α / ph	6.60E-11	9.30E-11	0.115	20	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Ir-186-1 [6], Os-182
Pt-188	10.2 d	ec, α / ph	6.30E-10	7.60E-10	0.035	800	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	→ Ir-188 [6]
Pt-189	10.87 h	ec, β^+ / ph	7.30E-11	1.20E-10	0.054	200	0.2	1.E+02	8.00E+07	1.00E+05	30	→ Ir-189
Pt-190	6.50 E11 a	α						1.E+00	3.00E+04	4.00E+01	30	
Pt-191	2.802 d	ec / ph	1.90E-10	3.40E-10	0.053	200	0.3	1.E+01 [2]	3.00E+07	4.00E+04	30	
Pt-193	50 a	ec / ph	2.70E-11	3.10E-11	0.001	4	<0.1	1.E+01	2.00E+08	3.00E+05	1000	
Pt-193m	4.33 d	it / ph	2.10E-10	4.50E-10	0.003	2000	1.8	1.E+03 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Pt-193
Pt-195m	4.02 d	it / ph	3.10E-10	6.30E-10	0.016	2000	2.1	1.E+02 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	
Pt-197	19.8915 h	β^- / ph	1.60E-10	4.00E-10	0.005	1000	1.5	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3	
Pt-197m	95.41 min	it, β^- / ph	4.30E-11	8.40E-11	0.015	2000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Pt-197
Pt-199	30.80 min	β^- / ph	2.20E-11	3.90E-11	0.031	1000	1.7	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3	→ Au-199

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pt-200	12.5 h	β^- / ph	4.00E-10	1.20E-09	0.011	1000	1.5	1.E+02 [2]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Au-200
Au-193	17.65 h	ec / ph	1.60E-10	1.30E-10	0.029	400	0.5	1.E+02	4.00E+07	5.00E+04	10	→ Pt-193
Au-194	38.02 h	ec, β^+ / ph	3.80E-10	4.20E-10	0.157	200	0.2	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	30	
Au-195	186.098 d	ec / ph	1.20E-09	2.50E-10	0.017	40	0.2	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	30	
Au-196	6.183 d	ec, β^- / ph						1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	1000	
Au-198	2.69517 d	β^- / ph	1.10E-09	1.00E-09	0.065	1000	1.6	1.E+01	5.00E+06	8.00E+03	3	
Au-198m	2.27 d	it / ph	2.00E-09	1.30E-09	0.094	3000	3.9	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	1	→ Au-198
Au-199	3.139 d	β^- / ph	7.60E-10	4.40E-10	0.015	2000	1.5	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3	
Au-200	48.4 min	β^- / ph	5.60E-11	6.80E-11	0.044	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Au-200m	18.7 h	β^-, it / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.323	2000	2.1	1.E+01 [1]	6.00E+06	8.00E+03	3	→ Au-200
Au-201	26 min	β^- / ph	2.90E-11	2.40E-11	0.008	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Hg-193	3.80 h	ec, β^+ / ph	1.00E-10	8.20E-11	0.037	800	1.1	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3	→ Au-193
Hg-193m	11.8 h	ec, β^+, it / ph	3.80E-10	4.00E-10	0.162	1000	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Hg-193
Hg-194	440 a	ec / ph	1.90E-08	5.10E-08	0.001	4	<0.1	1.E-01 [2]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Au-194 [6]
Hg-195	10.53 h	ec, β^+ / ph	9.20E-11	9.70E-11	0.034	60	0.1	1.E+02	7.00E+07	9.00E+04	100	→ Au-195
Hg-195m	41.6 h	it, ec, β^+ / ph	6.50E-10	5.60E-10	0.037	1000	1.3	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Hg-195, Au-195
Hg-197	64.94 h	ec / ph	2.80E-10	2.30E-10	0.014	20	0.1	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	100	
Hg-197m	23.8 h	it, ec / ph	6.60E-10	4.70E-10	0.017	3000	2.7	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Hg-197
Hg-199m	42.66 min	it / ph	5.20E-11	3.10E-11	0.032	2000	2.3	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Hg-203	46.612 d	β^- / ph	1.90E-09	1.90E-09	0.039	800	0.9	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	10	
Tl-194	33.0 min	ec, β^+ / ph	8.90E-12	8.10E-12	0.125	90	0.1	1.E+01 [1]	7.00E+08	9.00E+05	100	→ Hg-194
Tl-194m	32.8 min	ec, β^+ / ph	3.60E-11	4.00E-11	0.368	700	1.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Hg-194
Tl-195	1.16 h	ec, β^+ / ph	3.00E-11	2.70E-11	0.159	200	0.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Hg-195
Tl-197	2.84 h	ec, β^+ / ph	2.70E-11	2.30E-11	0.065	300	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Hg-197
Tl-198	5.3 h	ec, β^+ / ph	1.20E-10	7.30E-11	0.280	100	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	30	
Tl-198m	1.87 h	ec, β^+, it / ph	7.30E-11	5.40E-11	0.188	2000	1.5	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Tl-198 [6]
Tl-199	7.42 h	ec, β^+ / ph	3.70E-11	2.60E-11	0.042	600	0.5	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	10	
Tl-200	26.1 h	ec, β^+ / ph	2.50E-10	2.00E-10	0.198	100	0.2	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	30	
Tl-201	72.912 h	ec / ph	7.60E-11	9.50E-11	0.018	100	0.2	1.E+02	8.00E+07	1.00E+05	30	
Tl-202	12.23 d	ec / ph	3.10E-10	4.50E-10	0.077	60	0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	100	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tl-204	3.78 a	β^-, ec / ph	6.20E-10	1.30E-09	<0.001	1000	1.4	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Pb-204
Tl-209	2.161 min	β^- / ph			0.296	1000	1.9				3	→ Pb-209
Pb-195m	15 min	ec, β^+ / ph	3.00E-11	2.90E-11	0.254	600	1.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Tl-195 [6]
Pb-198	2.4 h	ec / ph	8.70E-11	1.00E-10	0.073	600	0.6	1.E+02 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10	→ Tl-198 [6]
Pb-199	90 min	ec, β^+ / ph	4.80E-11	5.40E-11	0.218	200	0.3	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	30	→ Tl-199
Pb-200	21.5 h	ec / ph	2.60E-10	4.00E-10	0.037	1000	1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Tl-200 [6]
Pb-201	9.33 h	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.60E-10	0.120	300	0.3	1.E+01	5.00E+07	7.00E+04	30	→ Tl-201
Pb-202	5.25 E4 a	ec, α / ph	1.40E-08	8.70E-09	0.001	4	<0.1	1.E-01 [2]	4.00E+05	6.00E+02	30	→ Tl-202
Pb-202m	3.53 h	it, ec / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.310	900	1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	10	→ Pb-202, Tl-202
Pb-203	51.873 h	ec / ph	1.60E-10	2.40E-10	0.054	500	0.4	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	10	
Pb-205	1.53 E7 a	ec / ph	4.10E-10	2.80E-10	0.001	4	<0.1	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	1000	
Pb-209	3.253 h	β^-	3.20E-11	5.70E-11	<0.001	1000	1.4	1.E+03	2.00E+08	3.00E+05	3	
Pb-210	22.20 a	β^-, α / ph	1.10E-06	6.80E-07	0.003	3	<0.1	1.E-01 [2]	5.00E+03	8.00E+00	0.3	→ Bi-210
Pb-211 / Bi-211	36.1 min	β^-, α / ph	5.60E-09	1.80E-10	0.016	1000	1.7	1.E+02 [1]	1.00E+06	1.00E+03	3	
Pb-212	10.64 h	β^- / ph	3.30E-08	5.90E-09	0.025	2000	1.8	1.E+01 [2]	2.00E+05	3.00E+02	3	→ Bi-212 [6]
Pb-214	26.8 min	β^- / ph	4.80E-09	1.40E-10	0.041	2000	1.9	1.E+02 [1]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Bi-214 [6]
Bi-200	36.4 min	ec, β^+ / ph	5.60E-11	5.10E-11	0.371	600	0.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10	→ Pb-200
Bi-201	108 min	ec, β^+ / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.205	500	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	10	→ Pb-201 [6]
Bi-202	1.72 h	ec, β^+ / ph	1.00E-10	8.90E-11	0.367	500	0.6	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	10	→ Pb-202
Bi-203	11.76 h	ec, β^+ / ph	4.50E-10	4.80E-10	0.310	200	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	10	→ Pb-203
Bi-205	15.31 d	ec, β^+ / ph	1.00E-09	9.00E-10	0.239	100	0.2	1.E+01 [1]	6.00E+06	8.00E+03	30	→ Pb-205
Bi-206	6.243 d	ec, β^+ / ph	2.10E-09	1.90E-09	0.487	600	1	1.E+00	3.00E+06	4.00E+03	10	
Bi-207	32.9 a	ec, β^+ / ph	3.20E-09	1.30E-09	0.233	100	0.3	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	30	
Bi-208	3.68 E5 a	ec / ph						1.E-02	2.00E+06	2.00E+03	300	
Bi-210	5.013 d	β^-, α	6.00E-08	1.30E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03	1.00E+05	1.00E+02	3	→ Po-210
Bi-210m	3.04 E6 a	α / ph	2.10E-06	1.50E-08	0.042	500	0.4	1.E-01 [2]	3.00E+03	4.00E+00	10	→ Tl-206
Bi-212 / Po-212, Tl-208	60.55 min	β^-, α / ph	3.90E-08	2.60E-10	0.180	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+05	2.00E+02	3	
Bi-213 / Po-213, Tl-209	45.59 min	β^-, α / ph	4.10E-08	2.00E-10	0.027	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+05	2.00E+02	3	

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation		Valeurs directrices	
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bi-214	19.9 min	β⁻, α / ph	2.10E-08	1.10E-10	0.239	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Po-214-> Pb-210
Po-203	36.7 min	ec, β⁺, α / ph	6.10E-11	5.20E-11	0.245	1000	1	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10	→ Bi-203 [6]
Po-205	1.66 h	ec, β⁺, α / ph	8.90E-11	5.90E-11	0.233	200	0.3	1.E+01 [1]	7.00E+07	9.00E+04	30	→ Bi-205 [6], Pb-201
Po-206	8.8 d	ec, α / ph						1.E+00	2.00E+04	2.00E+01	3	→ Bi-206 [6]
Po-207	5.80 h	ec, β⁺, α / ph	1.50E-10	1.40E-10	0.201	200	0.3	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	30	→ Bi-207 [6]
Po-208	2.898 a	α, ec						1.E+00	3.00E+03	3.00E+00	0.3	→ Bi-208
Po-209	102 a	α, ec / ph						1.E+00	3.00E+03	3.00E+00	0.3	→ Pb-205
Po-210	138.376 d	α	2.20E-06	2.40E-07	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+03	4.00E+00	1	
At-207	1.80 h	ec, β⁺, α / ph	1.90E-09	2.30E-10	0.198	500	0.5	1.E+01 [1]	3.00E+06	4.00E+03	10	→ Po-207 [6], Bi-203
At-211	7.214 h	ec, α / ph	1.10E-07	1.10E-08	0.008	3	<0.1	1.E+03 [2]	5.00E+04	8.00E+01	30	→ Po-211, Bi-207 [6]
Rn-220	55.6 s	α / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+04 [1]		???.		→ Po-216-> Pb-212
Rn-222	3.8235 d	α / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+01 [2]		???.		→ Po-218-> Pb-214
Fr-222	14.2 min	β⁻ / ph	2.10E-08	7.10E-10	0.001	1000	1.6	1.E+03 [2]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Ra-222 etc.
Fr-223	22.00 min	β⁻, α / ph	1.30E-09	2.30E-09	0.017	2000	1.8	1.E+02 [1]	5.00E+06	6.00E+03	3	→ Ra-223
Ra-223	11.43 d	α / ph	5.70E-06	1.00E-07	0.024	600	0.5	1.E+01 [2]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Rn-219→ Po-215→ Pb-211
Ra-224	3.66 d	α / ph	2.40E-06	6.50E-08	0.002	30	<0.1	1.E+00 [2]	3.00E+03	3.00E+00	3	→ Rn-220 etc.
Ra-225	14.9 d	β⁻ / ph	4.80E-06	9.50E-08	0.007	1000	0.9	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	3	→ Ac-225
Ra-226	1600 a	α / ph	2.20E-06	2.80E-07	0.001	50	<0.1	1.E-02 [2]	3.00E+03	4.00E+00	1	→ Rn-222
Ra-226 (+ filles)					0.283	5000	5.2	1.E-02	3.00E+03	4.00E+00	1	
Ra-227	42.2 min	β⁻ / ph	2.10E-10	8.40E-11	0.038	2000	1.8	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Ac-227
Ra-228	5.75 a	β⁻ / ph	1.70E-06	6.70E-07	<0.001	<1	<0.1	1.E-01 [2]	4.00E+03	5.00E+00	0.3	→ Ac-228
Ac-224	2.78 h	ec, α / ph	9.90E-08	7.00E-10	0.038	100	0.2	1.E+02 [1]	6.00E+04	8.00E+01	30	→ Ra-224, Fr-220 etc.

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ac-225	10.0 d	α / ph	6.50E-06	2.40E-08	0.005	20	0.1	1.E+01 [2]	9.00E+02	1.00E+00	10	→ Fr-221 etc.
Ac-226	29.37 h	β⁻, ec, α / ph	1.00E-06	1.00E-08	0.024	1000	1.3	1.E+02 [2]	6.00E+03	8.00E+00	3	→ Th-226, Ra-226, Fr-222
Ac-227	21.772 a	β⁻, α / ph	6.30E-04	1.10E-06	<0.001	<1	<0.1	1.E-02 [2]	1.00E+01	1.00E-02	0.1	→ Th-227, Fr-223
Ac-228	6.15 h	β⁻ / ph	2.90E-08	4.30E-10	0.145	2000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+05	3.00E+02	3	→ Th-228
Th-226	30.57 min	α / ph	7.80E-08	3.60E-10	0.002	100	0.3	1.E+03 [1]	8.00E+04	1.00E+02	30	→ Ra-222 etc.
Th-227	18.68 d	α / ph	7.60E-06	8.90E-09	0.023	200	0.2	1.E+01	8.00E+02	1.00E+00	10	→ Ra-223
Th-228	1.9116 a	α / ph	3.20E-05	7.00E-08	0.002	3	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	3	→ Ra-224
Th-229	7.34 E3 a	α / ph	6.90E-05	4.80E-07	0.027	300	0.5	1.E-01 [2]	9.00E+01	1.00E-01	0.3	→ Ra-225
Th-230	7.538 E4 a	α / ph	2.80E-05	2.10E-07	0.001	3	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Ra-226
Th-231	25.52 h	β⁻ / ph	4.00E-10	3.40E-10	0.019	700	0.8	1.E+03	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Pa-231
Th-232	1.405 E10 a	α / ph	2.90E-05	2.20E-07	0.001	3	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Ra-228
Th-234 / Pa-234m	24.10 d	β⁻ / ph	5.80E-09	3.40E-09	0.008	1000	1.9	1.E+02 [2]	1.00E+06	1.00E+03	3	→ Pa-234
Th nat (+ filles)					0.355	6000	5.4	voir annexe 2			1	
Pa-227	38.3 min	α, ec / ph	9.70E-08	4.50E-10	0.007	5	<0.1	1.E+01 [1]	6.00E+04	9.00E+01	300	→ Ac-223
Pa-228	22 h	ec, β⁺, α / ph	5.10E-08	7.80E-10	0.168	400	0.9	1.E+01	1.00E+05	2.00E+02	10	→ Th-228, Ac-224
Pa-230	17.4 d	ec, β⁻, α / ph	5.70E-07	9.20E-10	0.108	200	0.3	1.E+01	1.00E+04	1.00E+01	30	→ Th-230, U-230, Ac-226
Pa-231	3.276 E4 a	α / ph	8.90E-05	7.10E-07	0.020	40	0.1	1.E-02	7.00E+01	9.00E-02	0.3	→ Ac-227
Pa-232	1.31 d	β⁻, ec / ph	6.80E-09	7.20E-10	0.151	1000	1.3	1.E+01	9.00E+05	1.00E+03	3	→ U-232
Pa-233	26.967 d	β⁻ / ph	3.20E-09	8.70E-10	0.041	2000	1.4	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	3	→ U-233
Pa-234	6.70 h	β⁻ / ph	5.80E-10	5.10E-10	0.281	2000	2.9	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	3	→ U-234
U-230	20.8 d	α / ph	1.20E-05	5.50E-08	0.003	6	<0.1	1.E+01 [2]	5.00E+02	7.00E-01	3	→ Th-226
U-231	4.2 d	ec, α / ph	4.00E-10	2.80E-10	0.032	10	0.1	1.E+02	2.00E+07	2.00E+04	100	→ Pa-231, Th-227
U-232	68.9 a	α / ph	2.60E-05	3.30E-07	0.002	6	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Th-228
U-233	1.592 E5 a	α / ph	6.90E-06	5.00E-08	0.001	2	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-229
U-234	2.455 E5 a	α / ph	6.80E-06	4.90E-08	0.002	3	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-230
U-235	7.04 E8 a	α / ph	6.10E-06	4.60E-08	0.028	100	0.2	1.E+00 [2]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Th-231
U-236	2.342E7 a	α / ph	6.30E-06	4.60E-08	0.002	1	<0.1	1.E+01 [1]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Th-232

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation		Valeurs directrices	
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
U-237	6.75 d	β^- / ph	1.70E-09	7.70E-10	0.037	1000	1.6	1.E+02	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Np-237
U-238	4.468 E9 a	α, fs / ph	5.70E-06	4.40E-08	0.002	1	<0.1	1.E+00 [2]	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Th-234
U-239	23.45 min	β^- / ph	3.50E-11	2.80E-11	0.012	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Np-239
U-240	14.1 h	β^- / ph	8.40E-10	1.10E-09	0.009	1000	1	1.E+02 [2]	7.00E+06	1.00E+04	10	→ Np-240
U nat (+ filles)					0.296	6000	7.1	voir annexe 2			1	
Np-232	14.7 min	ec, β^+ / ph	3.50E-11	9.70E-12	0.199	400	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ U-232
Np-233	36.2 min	ec, α / ph	3.00E-12	2.20E-12	0.022	40	<0.1	1.E+02 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	→ U-233
Np-234	4.4 d	ec, β^+ / ph	7.30E-10	8.10E-10	0.219	80	0.2	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	30	→ U-234
Np-235	396.1 d	ec, α / ph	2.70E-10	5.30E-11	0.008	3	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ U-235, Pa-231
Np-236	1.54 E5 a	ec, β^-, α / ph	2.00E-06	1.70E-08	0.046	1000	1.8	1.E+00	3.00E+03	4.00E+00	3	→ U-236, Pu-236
Np-236m	22.5 h	ec, β^- / ph	3.60E-09	1.90E-10	0.013	600	0.6	1.E+02	2.00E+06	2.00E+03	10	→ U-236, Pu-236
Np-237	2.144 E6 a	α / ph	1.50E-05	1.10E-07	0.018	30	0.1	1.E+00 [2]	4.00E+02	6.00E-01	3	→ Pa-233
Np-238	2.117 d	β^- / ph	1.70E-09	9.10E-10	0.089	1000	1.1	1.E+01	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Pu-238
Np-239	2.3565 d	β^- / ph	1.10E-09	8.00E-10	0.039	2000	2.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	3	→ Pu-239
Np-240	61.9 min	β^- / ph	1.30E-10	8.20E-11	0.225	3000	3.4	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	1	→ Pu-240
Np-240m	7.22 min	β^-, it / ph			0.060	1000	1.6	1.E+03			3	→ Pu-240
Pu-234	8.8 h	ec, α / ph	1.80E-08	1.60E-10	0.018	6	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	5.00E+02	1000	→ Np-234, U-230
Pu-235	25.3 min	ec, α / ph	2.60E-12	2.10E-12	0.026	8	<0.1	1.E+02 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	→ Np-235, U-231
Pu-236	2.858 a	α, fs / ph	1.30E-05	8.60E-08	0.003	1	<0.1	1.E+00	5.00E+02	6.00E-01	3	→ U-232
Pu-237	45.2 d	ec, α / ph	3.00E-10	1.00E-10	0.018	6	<0.1	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ Np-237, U-233
Pu-238	87.7 a	α, fs / ph	3.00E-05	2.30E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-234
Pu-239	2.411 E4 a	α / ph	3.20E-05	2.50E-07	0.001	<1	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-235
Pu-240	6564 a	α, fs / ph	3.20E-05	2.50E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-236
Pu-241	14.35 a	β^-, a	5.80E-07	4.70E-09	<0.001	<1	<0.1	1.E+01	1.00E+04	1.00E+01	30	→ Am-241, U-237
Pu-242	3.75 E5 a	α, fs / ph	3.10E-05	2.40E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-238
Pu-243	4.956 h	β^- / ph	1.10E-10	8.50E-11	0.007	1000	1.3	1.E+03	5.00E+07	8.00E+04	3	→ Am-243
Pu-244 [9]	8.00 E7 a	α, fs / ph	3.00E-05	2.40E-07	0.053	1	0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-240
Pu-245	10.5 h	β^- / ph	6.50E-10	7.20E-10	0.070	2000	2	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Am-245

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pu-246	10.84 d	β^- / ph	7.00E-09	3.30E-09	0.034	700	0.7	1.E+01 [2]	9.00E+05	1.00E+03	10	→ Am-246
Am-237	73.0 min	ec, α / ph	3.60E-11	1.80E-11	0.073	800	0.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Pu-237, Np-233
Am-238	98 min	ec, β^+, α / ph	6.60E-11	3.20E-11	0.145	60	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Pu-238, Np-234
Am-239	11.9 h	ec, α / ph	2.90E-10	2.40E-10	0.059	1000	1.4	1.E+02 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Pu-239, Np-235
Am-240	50.8 h	ec, α / ph	5.90E-10	5.80E-10	0.171	50	0.3	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	30	→ Pu-240, Np-236
Am-241	432.2 a	α / ph	2.70E-05	2.00E-07	0.019	6	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Np-237
Am-242	16.02 h	β^-, ec / ph	1.20E-08	3.00E-10	0.009	1000	1.1	1.E+03	5.00E+05	7.00E+02	3	→ Cm-242, Pu-242
Am-242m	141 a	it, α / ph	2.40E-05	1.90E-07	0.006	2	<0.1	1.E-01 [2]	3.00E+02	3.00E-01	1	→ Am-242, Np-238
Am-243	7.37 E3 a	α / ph	2.70E-05	2.00E-07	0.014	2	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Np-239
Am-244	10.1 h	β^- / ph	1.50E-09	4.60E-10	0.145	3000	2.9	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	3	→ Cm-244
Am-244m	26 min	β^- / ph	6.20E-11	2.90E-11	0.002	1000	1.6	1.E+04 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Cm-244
Am-245	2.05 h	β^- / ph	7.60E-11	6.20E-11	0.007	2000	1.8	1.E+03	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Cm-245
Am-246	39 min	β^- / ph	1.10E-10	5.80E-11	0.135	4000	4.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	1	→ Cm-246
Am-246m	25.0 min	β^- / ph	3.80E-11	3.40E-11	0.154	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Cm-246
Cm-238	2.4 h	ec, α / ph	4.80E-09	8.00E-11	0.021	7	<0.1	1.E+02 [1]	1.00E+06	2.00E+03	1000	→ Am-238, Pu-234
Cm-240	27 d	α, fs / ph	2.30E-06	7.60E-09	0.003	<1	<0.1	1.E+02	3.00E+03	4.00E+00	30	→ Pu-236
Cm-241	32.8 d	ec, α / ph	2.60E-08	9.10E-10	0.100	600	0.7	1.E+01	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Am-241, Pu-237
Cm-242	162.8 d	α, fs / ph	3.70E-06	1.20E-08	0.002	<1	<0.1	1.E+01	2.00E+03	2.00E+00	30	→ Pu-238
Cm-243	29.1 a	ec / ph	2.00E-05	1.50E-07	0.033	1000	1.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Pu-239, Am-243
Cm-244	18.10 a	α, fs / ph	1.70E-05	1.20E-07	0.002	<1	<0.1	1.E+00	4.00E+02	5.00E-01	3	→ Pu-240
Cm-245	8.5 E3 a	α, fs / ph	2.70E-05	2.10E-07	0.028	400	0.4	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-241
Cm-246 [9]	4.76 E3 a	α, fs / ph	2.70E-05	2.10E-07	0.013	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-242
Cm-247	1.56 E7 a	α / ph	2.50E-05	1.90E-07	0.053	100	0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-243
Cm-248 [9]	3.48 E5 a	α, fs / ph	9.50E-05	7.70E-07	3.8	<1	<0.1	1.E-01	6.00E+01	9.00E-02	0.3	→ Pu-244
Cm-249	64.15 min	β^- / ph	5.10E-11	3.10E-11	0.003	1000	1.5	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Bk-249
Cm-250 [9]	8300 a	α, β^-, fs / ph	5.40E-04	4.40E-06	36	<1	<0.1	1.E-02 [2]	1.00E+01	2.00E-02	0.1	→ Pu-246, Bk-250
Bk-245	4.94 d	ec, α / ph	1.80E-09	5.70E-10	0.054	2000	1.6	1.E+02	3.00E+06	5.00E+03	3	→ Cm-245, Am-241
Bk-246	1.80 d	ec / ph	4.60E-10	4.80E-10	0.161	30	0.1	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	100	→ Cm-246

			Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		
Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	**e_{inh}** Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/GBq à 1 m de distance	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/(kBq/cm²)	**LL** Bq/g	**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bk-247	1.38 E3 a	α / ph	4.50E-05	3.50E-07	0.021	800	0.7	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Am-243
Bk-249	330 d	β⁻, α	1.00E-07	9.70E-10	<0.001	20	<0.1	1.E+02	6.00E+04	8.00E+01	300	→ Cf-249, Am-245
Bk-250	3.212 h	β⁻ / ph	7.10E-10	1.40E-10	0.137	1000	1.5	1.E+01 [1]	8.00E+06	1.00E+04	3	→ Cf-250
Cf-244	19.4 min	α / ph	1.80E-08	7.00E-11	0.003	<1	<0.1	1.E+04 [1]	3.00E+05	5.00E+02	1000	→ Cm-240
Cf-246	35.7 h	α, fs / ph	3.50E-07	3.30E-09	0.002	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+04	2.00E+01	100	→ Cm-242
Cf-248 [9]	334 d	α, fs / ph	6.10E-06	2.80E-08	0.003	<1	<0.1	1.E+00	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Cm-244
Cf-249	351 a	α, fs / ph	4.50E-05	3.50E-07	0.060	200	0.2	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Cm-245
Cf-250 [9]	13.08 a	α, fs / ph	2.20E-05	1.60E-07	0.035	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Cm-246
Cf-251	900 a	α / ph	4.60E-05	3.60E-07	0.037	1000	1.8	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Cm-247
Cf-252 [9]	2.645 a	α, fs / ph	1.30E-05	9.00E-08	1.3	<1	<0.1	1.E+00	5.00E+02	6.00E-01	3	→ Cm-248
Cf-253	17.81 d	β⁻, α / ph	1.00E-06	1.40E-09	<0.001	800	0.8	1.E+02 [2]	6.00E+03	8.00E+00	10	→ Es-253, Cm-249
Cf-254 [9]	60.5 d	α, fs / ph	2.20E-05	4.00E-07	42	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Cm-250
Es-250	8.6 h	ec / ph	4.20E-10	2.10E-11	0.071	20	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	100	→ Cf-250
Es-251	33 h	ec, α / ph	1.70E-09	1.70E-10	0.028	200	0.2	1.E+02 [1]	4.00E+06	5.00E+03	30	→ Cf-251, Bk-247
Es-253	20.47 d	α, fs / ph	2.10E-06	6.10E-09	0.001	1	<0.1	1.E+02	3.00E+03	4.00E+00	30	→ Bk-249
Es-254	275 .7 d	α, β⁻, fs / ph	6.00E-06	2.80E-08	0.021	6	<0.1	1.E-01 [2]	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Bk-250
Es-254m	39.3 h	β⁻, α, ec, fs /ph	3.70E-07	4.20E-09	0.077	1000	1.4	1.E+01 [2]	2.00E+04	2.00E+01	3	→ Fm-254, Bk-250
Fm-252	25.39 h	α, fs / ph	2.60E-07	2.70E-09	0.002	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+04	3.00E+01	100	→ Cf-248
Fm-253	3.00 d	ec, α / ph	3.00E-07	9.10E-10	0.023	200	0.2	1.E+02	2.00E+04	3.00E+01	30	→ Es-253, Cf-249
Fm-254	3.240 h	α, fs / ph	7.70E-08	4.40E-10	0.002	<1	<0.1	1.E+04 [1]	8.00E+04	1.00E+02	1000	→ Cf-250
Fm-255	20.07 h	α, fs / ph	2.60E-07	2.50E-09	0.016	5	0.1	1.E+02	2.00E+04	3.00E+01	100	→ Cf-251
Fm-257	100.5 d	α, fs / ph	5.20E-06	1.50E-08	0.032	600	0.8	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	10	→ Cf-253
Md-257	5.2 h		2.00E-08	1.20E-10	0.027	30	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	4.00E+02	1000	→ Fm-257, Es-253
Md-258	55 d		4.40E-06	1.30E-08	0.007	2	<0.1	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	10	→ Es-254

Explications concernant les différentes colonnes

1–3 Indications générales sur le radionucléide [Source: Commission internationale de protection radiologique, CIPR 107]. Les nucléides de filiation de période inférieure à 10 minutes ne sont pas mentionnés séparément; leurs propriétés sont intégrées dans la ligne du nucléide mère.

1 Radionucléide; m: métastable. Un nucléide de filiation de période inférieure à 10 minutes est indiqué après la barre oblique.

2 Période: s = seconde; min = minute; h = heure; d = jour; a = année; E = présentation exponentielle. Source: Commission internationale de protection radiologique, CIPR 107. Pour les quelques nucléides qui n'y figurent pas: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 août 2011; Tableau III-2A.

3 Type de désintégration/rayonnement: □: rayonnement alpha; □□, □□: rayonnement bêta; ec: capture d'électron, it: transition isomérique; fs: fission spontanée. Pour chaque radionucléide, le «/rayonnement» se traduit par «/ph» si la désintégration est accompagnée par l'émission d'un rayonnement photonique (γ ou X) d'une énergie supérieure à 10-4 MeV par désintégration.

4, 5 Coefficient de dose efficace engagée pour l'exposition interne chez l'adulte. [Source: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 août 2011; tableau III-2A, colonne $e(g)_{5\ \mu m}$ pour l'inhalation et colonne e(g) pour l'ingestion. Pour les quelques nucléides qui n'y figurent pas: International Commission on Radiological Protection, "ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public", accessible sur l'onglet "Free Educational CD Downloads" du site http://www.icrp.org/

4 Coefficient de dose efficace engagée pour l'incorporation par inhalation de l'activité d'un radionucléide. L'inhalation de 1 Bq conduit au maximum à la dose efficace engagée en Sv, indiquée dans la colonne. La valeur indiquée correspond à la valeur maximale obtenue pour les différents types (ou vitesses) d'absorption des poumons dans le sang (F, M ou S), avec un AMAD 5 µm.

N.B. Pour 12 radionucléides [Nb-91, Nb-91m, Nb-92m, Te-119m, Nd-140, Re-183, Pt-190, Au-196, Bi-208, Po-206, Po-208, Po-209], les valeurs de einh ne sont données ni dans les BSS IAEA ni dans le CD1 ICRP. Les valeurs pour ces radionucléides, dans l'ORaP du 22 juin 1994, étaient extraites du rapport NRPB-R245 de 1991; vu l'ancienneté de la source et comme ces radionucléides sont de faible importance, il a été décidé de renoncer à donner des coefficients de dose pour ces douze radionucléides dans la version révisée de l'ORaP.

5 Coefficient de dose pour la dose efficace engagée pour l'incorporation par ingestion (manger, boire) de l'activité d'un radionucléide. L'ingestion de 1 Bq conduit au maximum à la dose efficace engagée, en Sv, indiquée dans la colonne.

N.B. Pour 12 radionucléides (idem einh), les valeurs de eing ne sont données ni dans les BSS IAEA ni dans le CD1 ICRP. Les valeurs pour ces radionucléides, dans l'ORaP du 22 juin 1994, étaient extraites du rapport NRPB-R245 de 1991;

vu l'ancienneté de la source et comme ces radionucléides sont de faible importance, il a été décidé de renoncer à donner des coefficients de dose pour ces douze radionucléides dans la version révisée de l'ORaP.

6–8 Coefficient de dose pour l'exposition externe [Source: Petoussi et al., GSF-Bericht 7/93, Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg]. Lorsque le nucléide de filiation a une période inférieure à 10 minutes, la somme des coefficients de dose du nucléide mère et du nucléide de filiation est indiquée.

6 Débit de dose à une profondeur de 10 mm de tissu (débit d'équivalent de dose ambiante) à 1 m de distance d'une source radioactive ayant une activité de 1 GBq (109 Bq).

7 Débit de dose à 0,07 mm de profondeur de tissu (débit d'équivalent de dose directionnelle) à 10 cm de distance d'une source radioactive ayant une activité de 1 GBq (109 Bq).

8 Coefficient de dose pour la contamination de la peau. Une contamination de la peau de 1 kBq/cm2 (moyenne sur 100 cm2) provoque le débit de dose indiqué (débit d'équivalent de dose directionnelle).

9–12 Limite de libération, limite d'autorisation et valeurs directrices

9 Limite de libération pour l'activité spécifique en Bq/kg (LL). [Sources: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 August 2011; Tableau I-2; Brenk Systemplanung, Berechnung von Freigrenzen und Freigabewerten für Nuklide, für die keine Werte in den IAEA-BSS vorliegen Endbericht, Aachen, 2012]. Pour les radionucléides de courte période, les limites d'exemption figurant dans le rapport de Brenk Systemplanung sont souvent plus élevées que les limites de libération en activité spécifique applicables à des quantités modérées de matière définies dans les BSS IAEA. Dans ce cas, ainsi que pour les quelques radionucléides pour lesquels aucune valeur n'a été calculée par Brenk Systemplanung, les limites de libération en activité spécifique retenues dans la présente ordonnance sont celles applicables à des quantités modérées de matière figurant dans les BSS IAEA. [Quelle: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 August 2011; Tableau I-1, colonne "Activity Concentration"]. Les radionucléides pour lesquels les limites de libération retenues sont celles figurant dans les BSS IAEA pour les quantités modérées de matière sont indiqués par la note [1] dans la colonne 9 du tableau.
Les radionucléides pour lesquels la contribution de descendants a été prise en compte pour la détermination de la valeur de LL sont accompagnés de la note [2] dans la colonne 9 du tableau. Le tableau ci-dessous indique pour chaque radionucléide pour lequel une descendance a été prise en compte, le dernier radionucléide de la chaine de désintégration compris avec la mère pour le calcul de la valeur de LL.

Exemple: Ra-226 -> Po-214; signifie que les descendants du Ra-226 jusqu'au Po-214 (à savoir, le Rn-222, le Po-218, le Pb-214, le Bi-214 et le Po-214) sont inclus avec la mère pour le calcul de LL.
Pour le H-3 et le S-35, pour lesquels il existe différentes formes chimiques, le calcul de LL dans le rapport de Brenk a été effectué avec les coefficients de dose les plus péjorants pour chacune des voies d'exposition (p. ex., pour S-35, avec le eing de S-35 org et le einh de S-35 inorg). Les valeurs de LL ainsi obtenues ont été appliquées à toutes les formes chimiques du radionucléide.

10 Limite d'autorisation pour les activités quotidiennes. Les limites d'autorisation sont déduites de la colonne 4, car c'est le danger d'inhalation qui prédomine dans l'utilisation de radionucléides en laboratoire.
L'inhalation unique d'une activité LA provoque une dose efficace engagée de 6 mSv.
Pour les gaz rares, C-11, N-13, O-15, F-18 et Cl-38 la limite d'autorisation correspond à l'activité contenue dans un local d'un volume de 1000 m3 et à une concentration CA selon la colonne 11.

11 Valeur directrice pour l'activité durable dans l'air applicable aux personnes professionnellement exposées aux radiations. L'inhalation d'air à une concentration d'activité CA pendant 40 heures par semaine et 50 semaines par année provoque une dose efficace engagée de 20 mSv.
Pour l'inhalation, on a: CA [Bq/m3] = 0,02 Sv / (einh □□2400 m3/a).
Pour les gaz rares, le séjour dans un nuage de forme semi-sphérique de grande extension pendant 40 heures par semaine et 50 semaines par année provoque une dose efficace de 20 mSv (les coefficients de dose d'immersion eimm proviennent de la publication CIPR119 ou, s'ils n'y figurent pas, de la directive ENSI-G14). Dans la plupart des cas, la valeur CA se rapporte au nucléide mère. Les exceptions pour lesquelles la valeur CA du nucléide de filiation est indiquée sont marquées spécialement. Sont également marqués par une note de bas de page les cas où l'immersion provoque une irradiation de la peau ou de tous les organes et où la dose par immersion est plus importante que celle par inhalation. [5]: pour Kr-88, on a indiqué les valeurs du nucléide de filiation en cas d'immersion. [3]: déduite de la dose efficace en cas d'immersion. [4]: déduite de la dose délivrée à la peau en cas d'immersion. Dans ce cas, le coefficient de dose eimm pour la peau provient de la référence [Federal Guidance Report N°12, External Exposure to Radionuclides in air, water and soil, Keith F. Eckerman and Jeffrey C. Ryman, Sept. 1993].

12 Valeur directrice pour la contamination surfacique en dehors de secteurs contrôlés. La surface sur laquelle la moyenne de la contamination surfacique est effectuée peut aller jusqu'à 100 cm2 dans le cas du contrôle de la contamination de personnes et de surfaces de travail, jusqu'à 300 cm2 lors de mesures de libération de matériaux et jusqu'à 1000 cm2 lors de la libération de bâtiments. Lorsque les circonstances le justifient, l'autorité de surveillance peut autoriser des surfaces plus grandes.

13 Nucléide de filiation instable

13 Nucléide de filiation instable; -> signifie: se désintègre en ...; en cas de désintégration en plusieurs nucléides, ceux-ci sont séparés par une virgule; une deuxième flèche indique une série de désintégration. [6]: la valeur h10 du nucléide

de filiation dépasse 0,1 (mSv/h)/GBq à une distance de 1 m (suivant le cas, prendre en considération le nucléide de filiation).

Tableau des notes:

[1] Radionucléide pour lesquels la limite de libération retenue est celle figurant dans les BSS IAEA pour les quantités modérées de matière.

[2] Radionucléide pour lequel la contribution de descendants a été prise en compte pour la détermination de la valeur de LL (colonne 9). Le tableau de la page 109 indique, pour chacun de ces radionucléides, le dernier radionucléide de la chaine de désintégration compris avec la mère pour le calcul de la valeur de LL.

[3] Déduite de la dose efficace en cas d'immersion (colonne 11).

[4] Déduite de la dose délivrée à la peau en cas d'immersion (colonne 11).

[5] Pour Kr-88, on a indiqué les valeurs du nucléide de filiation en cas d'immersion (colonne 11).

[6] La valeur h10 du nucléide de filiation dépasse 0,1 (mSv/h)/GBq à une distance de 1 m (suivant le cas prendre en considération le nucléide de filiation; colonne 13).

[7] La part de H-3, HTO doit également être prise en compte.

[8] Pour Kr-85, la valeur LA a été choisie de telle sorte que le débit de dose à une distance de 10 cm soit de 5 μSv/h.

[9] Pour h_{10}, on a tenu compte de la fission spontanée. La part de fissions spontanées est tirée de «Tables of Isotopes» (8e édition, 1996, John Wiley & Sons) et de la base de données ENDF du Brookhaven National Labora tory. Pour le nombre moyen de neutrons par fission et le facteur de dose, on a pris les valeurs du Cf-252. La part de photons produits lors de la fission et l'émission de photons due aux produits de fission n'ont pas été prises en considération.

.

Mélange de nucléides

Dans le cas de mélanges de nucléides, la règle d'addition est applicable aux colonnes 9, 11 et 12:
Règle permettant de contrôler le respect de limites d'activité dans le cas d'un mélange de nucléides; à cet effet, les différents nucléides sont pondérés en fonction de leur risque radiologique. Dans le cas où les inégalités ci-dessous sont satisfaites, le mélange est en dessous de la limite de libération ou de la valeur directrice de contamination surfacique.

$$\frac{a_1}{LL_1} + \frac{a_2}{LL_2} + \ldots + \frac{a_n}{LL_n} < 1$$

a_1, a_2, ...a_n: activités spécifiques des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/kg.

LL_1, LL_2, ...LL_n: limites de libération des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/kg selon l'annexe 3, colonne 9.

$$\frac{c_1}{CS_1} + \frac{c_2}{CS_2} + ... + \frac{c_n}{CS_n} < 1$$

c_1, c_2, ...c_n: valeurs de contamination surfacique des nucléides 1, 2,..., n en Bq/cm^2

CS_1, CS_2, ...CS_n: valeurs directrices de contamination surfacique des nucléides 1, 2,..., n en Bq/cm^2 selon l'annexe 3, colonne 9.

Concernant la note [2] Prise en compte des nucléides de filiation lors du calcul de la limite de libération

Nucléide	Nucléides de filiation	Nucléide	Nucléides de filiation	Nucléide	Nucléides de filiation	Nucléide	Nucléides de filiation	Nucléide	Nucléides de filiation
Mg-28	-> Al-28	Mo-99	-> Tc-99m	I-135	-> Xe-135m	Hg-195m	-> Hg-195	Np-237	-> Pa-233
Si-32	-> P-32	Tc-95m	-> Tc-95	Cs-137	-> Ba-137m	Pb-202	-> Tl-202	Pu-239	-> U-235m
Ca-45	-> Sc-45m	Ru-103	-> Rh-103m	Ba-128	-> Cs-128	Pb-210	-> Bi-210	Pu-244	-> Np-240
Sc-44m	-> Sc-44	Ru-106	-> Rh-106	Ce-134	-> La-134	Pb-212	-> Tl-208	Pu-245	-> Am-245
Ti-44	-> Sc-44	Pd-100	-> Rh-100	Ce-137m	-> Ce-137	Bi-210m	-> Tl-206	Pu-246	-> Am-246m
Fe-52	-> Mn-52m	Pd-109	-> Ag-109m	Ce-144	-> Pr-144	At-211	-> Po-211	Am-242m	-> Np-238
Fe-60	-> Co-60	Ag-108m	-> Ag-108	Nd-138	-> Pr-138	Rn-222	-> Tl-210	Am-243	-> Np-239
Ni-66	-> Cu-66	Ag-110m	-> Ag-110	Nd-140	-> Pr-140	Fr-222	-> Po-214	Cm-247	-> Pu-243
Zn-62	-> Cu-62	Cd-109	-> Ag-109m	Gd-146	-> Eu-146	Ra-223	-> Tl-207	Cm-250	-> Am-246m
Zn-69m	-> Zn-69	Cd-113m	-> In-113m	Yb-178	-> Lu-178	Ra-224	-> Tl-208	Cf-253	-> Cm-249
Zn-72	-> Ga-72m	Cd-115	-> In-115m	Lu-177m	-> Lu-177	Ra-226	-> Po-214		
Ge-68	-> Ga-68	Cd-115m	-> In-115m	Hf-172	-> Sn-121m	Ra-228	-> Ac-228		
As-73	-> Ge-73m	In-111	-> Cd-111m	Hf-182	-> Ta-182	Ac-225	-> Pb-209		
Br-80m	-> Br-80	In-114m	-> In-114	W-188	-> Re-188	Ac-226	-> Th-226		
Br-83	-> Kr-83m	Sn-110	-> In-110m	Re-186m	-> Re-186	Ac-227	-> Bi-211		
Rb-83	-> Kr-83m	Sn-113	-> In-113m	Re-189	-> Os-189m	Th-228	-> Tl-208		
Sr-80	-> Rb-80	Sn-121m	-> Sn-121	Os-191	-> Ir-191m	Th-229	-> Pb-209		
Sr-89	-> Y-89m	Sn-126	-> Sb-126	Os-194	-> Ir-194	Th-232	-> Tl-208		
Sr-90	-> Y-90	Sb-125	-> Te-125m	Ir-189	-> Os-189m	Th-234	-> Pa-234		
Sr-91	-> Y-91m	Sb-127	-> Te-127	Ir-190	-> Os-190m	U-230	-> Po-214		
Y-87	-> Sr-87m	Te-127m	-> Te-127	Ir-194m	-> Ir-194	U-232	-> Tl-208		
Zr-86	-> Y-86m	Te-129m	-> Te-129	Pt-191	-> Ir-191m	U-235	-> Th-231		
Zr-95	-> Nb-95m	Te-131m	-> Te-131	Pt-200	-> Au-200	U-238	-> Pa-234		
Zr-97	-> Nb-97	Te-132	-> I-132	Hg-194	-> Au-194	U-240	-> Np-240		

Annexe 4
(art. 73, al. 1, 74, al. 1 et 192, al. 3)

Grandeurs dosimétriques et méthodes de détermination de la dose de rayonnements

1 Grandeurs dosimétriques

1.1 Dose absorbée D (absorbed dose)

Grandeur dosimétrique fondamentale exprimée par la relation

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}$$

où $d\bar{\varepsilon}$ est l'énergie moyenne transmise par le rayonnement ionisant à la matière de masse d*m*. L'unité SI de dose absorbée est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial gray (Gy).

1.2 Dose, moyenne de la dose absorbée D_T dans un organe ou tissu T (mean absorbed dose in a tissue or organ)

Dose absorbée D_T moyenne dans le tissu ou l'organe T, qui est exprimée par

$$D_T = \frac{\varepsilon_T}{m_T}$$

où ε_T est l'énergie totale moyenne transmise au tissu ou à l'organe T, et m_T la masse de ce tissu ou organe.

1.3 Dose équivalente H_T (equivalent dose)

Dose reçue par un tissu ou un organe T, exprimée par

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

où $D_{T,R}$ est la dose absorbée moyenne provenant d'un rayonnement R, reçue par un tissu ou un organe T, et w_R est le facteur de pondération du rayonnement. Étant donné que w_R n'a pas de dimension, l'unité de dose équivalente est la même que celle de la dose absorbée, J/kg. Elle porte le nom spécial sievert (Sv).

1.4 Facteurs de pondération du rayonnement

Type de rayonnement et domaine d'énergie		**Facteur de pondération du rayonnement wR**

Photons de toute énergie		1
Electrons et muons de toute énergie		1
Neutrons d'énergie	– inférieure à 1MeV – située entre 1MeV et 50 MeV – supérieure à 50 MeV	$2{,}5+18{,}2\cdot e^{-[\ln(E)]^2/6}$ $5{,}0+17{,}0\cdot e^{-[\ln(2\cdot E)]^2/6}$ $2{,}5+3{,}25\cdot e^{-[\ln(0{,}04\cdot E)]^2/6}$
Protons et pions chargés		2
Particules alpha, fragments de fission, noyaux lourds		20

1.5 Dose équivalente engagée $H_T(\tau)$ (committed equivalent dose)

Intégrale dans le temps du débit de dose équivalente dans un tissu ou un organe particulier reçu par un individu de référence après l'incorporation dans le corps d'un produit radioactif, où τ est la durée d'intégration en années.

1.6 Dose efficace E (effective dose)

Somme des doses équivalentes pondérées dans tous les tissus et organes spécifiés du corps donnée par l'expression

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} \text{ ou } E = \sum_T w_T H_T$$

où H_T, ou $w_R D_{T,R}$, est la dose équivalente reçue par un tissu ou par un organe T, et w_T est le facteur de pondération des tissus. L'unité de dose efficace est la même que celle de la dose absorbée (J/kg) et porte le nom spécial sievert (Sv).

1.7 Facteurs de pondération des tissus

Organe ou tissu	**Facteur de pondération des tissus, w_T**
moelle osseuse (rouge)	0,12
côlon	0,12
poumon	0,12
estomac	0,12
seins	0,12
gonades	0,08
vessie	0,04
foie	0,04
œsophage	0,04
thyroïde	0,04
cerveau	0,01

peau	0,01
surface des os	0,01
glande salivaire	0,01
autres	0,12

1.8 Dose efficace engagée E(τ) (committed effective dose)

Somme des produits des doses équivalentes engagées dans les divers tissus ou organes et des facteurs de pondération pour les tissus appropriés (w_T), où τ est la durée d'intégration en années après l'absorption. La durée de l'intégration est de 50 ans pour les adultes et peut aller jusqu'à l'âge de 70 ans pour les enfants.

1.9 Dose, équivalent de dose H (dose equivalent)

1.9.1 Produit de D et de Q dans un point du tissu, où D est la dose absorbée dans le tissu mou CIUR et Q le facteur de qualité pour un rayonnement donné en ce point; ainsi on a:

H = D Q

1.9.2 L'unité de l'équivalent de dose est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial de sievert (Sv). Voir aussi les grandeurs de mesure associées: l'équivalent de dose individuel et l'équivalent de dose ambiante.

1.10 Dose, équivalent de dose directionnel H'(d, Ω) (directional dose equivalent)

1.10.1 Equivalent de dose en un point dans un champ de rayonnement qui serait produit par le champ expansé correspondant dans la sphère de l'ICRU à une profondeur *d*, sur un rayon dans une direction donnée, Ω. L'unité de l'équivalent de dose directionnel est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial sievert (Sv).

1.10.2 Dans le cas particulier d'un champ monodirectionnel, la direction peut être spécifiée à l'aide de l'angle α entre le rayon opposé à la direction du champ incident et le rayon en question. Quand α= 0°, la quantité H'(d,0°) peut s'écrire H'(d) et est égale à H*(d).

1.10.3 La valeur recommandée pour d est de 10 mm dans le cas d'un rayonnement pénétrant et de 0,07 mm dans le cas d'un rayonnement peu pénétrant. (voir les **grandeurs opérationnelles de la dosimétrie d'ambiance**).

1.11 Dose, équivalent de dose ambiant H*(10) (ambient dose equivalent)

Equivalent de dose en un point d'un champ de rayonnement qui serait produit par le champ expansé et unidirectionnel correspondant dans la sphère de l'ICRU à une profondeur de 10 mm sur le rayon opposé à la direction du champ unidirectionnel. L'unité de l'équivalent de dose ambiant est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom sievert (Sv).

1.12 Dose, équivalent de dose individuel Hp(d) (Personal dose equivalent, Hp(d))

1.12.1 Quantité opérationnelle: équivalent de dose dans les tissus mous (correspondant généralement à la "sphère de l'ICRU") à une profondeur appropriée d, en dessous de la surface du corps humain où est porté le dosimètre individuel. L'unité de l'équivalent

de dose individuel est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial sievert (Sv).

1.12.2 L'équivalent de dose individuel en profondeur Hp(d)(d=10 mm) sert d'estimation de la dose efficace. L'équivalent de dose individuel en surface Hp(d) (d=0.07 mm) sert d'estimation de la dose à la peau.

1.13 Sphère ICRU (ICRU-sphere)

Sphère de 30 cm de diamètre, d'une densité de 1 g/cm^3 et de composition massique suivante: 76,2 % d'oxygène; 11,1 % de carbone; 10,1 % d'hydrogène et 2,6 % d'azote (composition approximative du tissu mou).

1.14 Facteur de qualité (Quality factor, Q(L))

1.14.1Facteur caractérisant l'efficacité biologique d'un rayonnement, fondé sur la densité d'ionisation le long des traces de particules chargées dans un tissu. *Q* est défini comme une fonction du TEL non limité (L) des particules chargées dans l'eau:

$Q(L) = 1$ pour $L < 10$ keV/µm,

$0.32\ L - 2.2$ pour $10 \leq L \leq 100$ keV/µm,

$300/L^{1/2}$ pour $L > 100$ keV/µm

1.14.2 Q a été remplacé par le facteur de pondération du rayonnement dans la définition de la dose équivalente, mais il est toujours utilisé dans la définition de l'équivalent de dose (grandeurs dosimétriques de mesure).

2 Méthode de détermination de la dose de rayonnements

2.1 Principe

La dose efficace et les doses équivalentes aux organes sont déterminées en règle générale à l'aide de grandeurs opérationnelles.

2.2 Grandeurs opérationnelles

2.2.1 Pour la dosimétrie individuelle en cas d'irradiation externe, les grandeurs opérationnelles sont:

a. l'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(10)$ [abréviation H_p];

b. l'équivalent de dose individuel en surface $H_p(0{,}07)$ [abréviation H_s].

2.2.2 Pour la dosimétrie d'ambiance, les grandeurs opérationnelles sont:

a. l'équivalent de dose ambiant H*(10);

b. l'équivalent de dose directionnel H'(0,07).

2.2.3 Pour l'irradiation interne, la grandeur opérationnelle est la dose efficace engagée E50, calculée à l'aide de modèles standards et des coefficients de dose figurant dans les annexes 3 et 6.

2.3 Doses individuelles inférieures aux limites correspondantes

2.3.1 En cas d'irradiation externe, la dose équivalente à chaque tissu ou organe, à l'exception de la peau et du cristallin, est réputée égale à l'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(10)$ ou à l'équivalent de dose ambiant H*(10).

2.3.2 En cas d'irradiation externe, la dose équivalente délivrée à la peau et au cristallin est réputée égale à l'équivalent de dose individuel en surface $H_p(0,07)$ ou à l'équivalent de dose directionnel H'(0,07).

2.3.3 La dose efficace est réputée égale à la somme:

a. de l'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(10)$ ou de l'équivalent de dose ambiant H*(10), et

b. de la dose efficace engagée E50.

2.4 Doses individuelles supérieures aux limites correspondantes

Dans le cas où les valeurs de doses déterminées selon le ch. 2.3 sont supérieures aux limites correspondantes, la dose efficace et les doses équivalentes aux organes doivent être déterminées individuellement pour la personne concernée, par un expert et en collaboration avec l'autorité de surveillance, d'après les connaissances actuelles de la science et de la technique. La valeur ainsi déterminée indique si une limite de dose est effectivement dépassée.

2.5. Dosimétrie d'ambiance

Lorsque la dose ambiante est limitée dans le cadre de la présente ordonnance, on entend par dose ambiante:

a. la grandeur H*(10) (équivalent de dose ambiant) dans le cas d'un rayonnement pénétrant;

b. la grandeur H'(0,07) (équivalent de dose directionnel) dans le cas d'un rayonnement peu pénétrant.

Annexe 5
(Art. 152, al. 3 et 192, al. 3)

Coefficients de dose pour les membres de la population

1. Inhalation

Nucléide	Classe d'absorption	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
	Type	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**
H-3, HTO [1]	V	4.8 E-11	4.8 E-11	GK	2.3 E-11	2.3 E-11	GK	1.8 E-11	1.8 E-11	GK
H-3, OBT [2]	V	1.1 E-10	1.1 E-10	GK	5.5 E-11	5.5 E-11	GK	4.1 E-11	4.1 E-11	GK
C-14 organique	V	1.6 E-09	1.6 E-09	GK	7.9 E-10	7.9 E-10	GK	5.8 E-10	5.8 E-10	GK
Na-22	F	7.3 E-09	6.4 E-08	ET	2.4 E-09	2.0 E-08	ET	1.3 E-09	9.2 E-09	ET
Na-24	F	1.8 E-09	4.3 E-08	ET	5.7 E-10	1.3 E-08	ET	2.7 E-10	6.0 E-09	ET
Sc-47	F	2.8 E-09	1.4 E-08	Lu	1.1 E-09	6.7 E-09	Lu	7.3 E-10	5.1 E-09	Lu
Cr-51	M	1.9 E-10	8.2 E-10	ET	6.4 E-11	2.6 E-10	ET	3.2 E-11	1.4 E-10	Lu
Mn-54	M	6.2 E-09	2.5 E-08	ET	2.4 E-09	9.1 E-09	Lu	1.5 E-09	6.3 E-09	Lu
Fe-59	M	1.3 E-08	6.7 E-08	Lu	5.5 E-09	3.1 E-08	Lu	3.7 E-09	2.3 E-08	Lu
Co-57	M	2.2 E-09	1.2 E-08	Lu	8.5 E-10	4.8 E-09	Lu	5.5 E-10	3.3 E-09	Lu
Co-58	M	6.5 E-09	3.0 E-08	ET	2.4 E-09	1.2 E-08	Lu	1.6 E-09	8.9 E-09	Lu
Co-60	M	3.4 E-08	1.6 E-07	Lu	1.5 E-08	7.3 E-08	Lu	1.0 E-08	5.2 E-08	Lu
Zn-65	M	6.5 E-09	1.9 E-08	ET	2.4 E-09	7.5 E-09	Lu	1.6 E-09	5.1 E-09	Lu
Se-75	F	6.0 E-09	2.4 E-08	Ni	2.5 E-09	9.2 E-09	Ni	1.0 E-09	5.4 E-09	Ni
Br-82	M	3.0 E-09	5.0 E-08	ET	1.1 E-09	1.5 E-08	ET	6.3 E-10	7.0 E-09	ET
Sr-89	M	2.4 E-08	1.5 E-07	Lu	9.1 E-09	6.3 E-08	Lu	6.1 E-09	4.5 E-08	Lu
Sr-90	M	1.1 E-07	7.0 E-07	Lu	5.1 E-08	2.9 E-07	Lu	3.6 E-08	2.1 E-07	Lu

Nucléide	Classe d'absorption	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
	Type	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**
Y-91	M	3.0 E-08	1.7 E-07	Lu	1.1 E-08	6.9 E-08	Lu	7.1 E-09	5.0 E-08	Lu
Zr-95	M	1.6 E-08	9.1 E-08	Lu	6.8 E-09	4.2 E-08	Lu	4.8 E-09	3.1 E-08	Lu
Nb-95	M	5.2 E-09	2.8 E-08	Lu	2.2 E-09	1.3 E-08	Lu	1.5 E-09	9.5 E-09	Lu
Mo-99	M	4.4 E-09	1.8 E-08	DD	1.5 E-09	7.2 E-09	Lu	8.9 E-10	5.3 E-09	Lu
Tc-99m	M	9.9 E-11	1.4 E-09	ET	3.4 E-11	4.3 E-10	ET	1.9 E-11	2.1 E-10	ET
Ru-103	M	8.4 E-09	5.3 E-08	Lu	3.5 E-09	2.4 E-08	Lu	2.4 E-09	1.8 E-08	Lu
Ru-106	M	1.1 E-07	7.1 E-07	Lu	4.1 E-08	2.8 E-07	Lu	2.8 E-08	2.0 E-07	Lu
Ag-110m	M	2.8 E-08	1.1 E-07	Lu	1.2 E-08	5.1 E-08	Lu	7.6 E-09	3.6 E-08	Lu
Sn-125	M	1.5 E-08	6.5 E-08	Lu	5.0 E-09	2.7 E-08	Lu	3.1 E-09	2.0 E-08	Lu
Sb-122	M	5.7 E-09	2.7 E-08	DD	1.8 E-09	7.5 E-09	Lu	1.0 E-09	5.5 E-09	Lu
Sb-124	M	2.4 E-08	1.4 E-07	Lu	9.6 E-09	6.1 E-08	Lu	6.4 E-09	4.4 E-08	Lu
Sb-125	M	1.6 E-08	1.0 E-07	Lu	6.8 E-09	4.5 E-08	Lu	4.8 E-09	3.2 E-08	Lu
Sb-127	M	7.3 E-09	3.1 E-08	Lu	2.7 E-09	1.4 E-08	Lu	1.7 E-09	1.1 E-08	Lu
Te-125m	M	1.1 E-08	7.4 E-08	Lu	4.8 E-09	3.5 E-08	Lu	3.4 E-09	2.6 E-08	Lu
Te-127m	M	2.6 E-08	1.7 E-07	Lu	1.1 E-08	7.7 E-08	Lu	7.4 E-09	5.6 E-08	Lu
Te-129m	M	2.6 E-08	1.5 E-07	Lu	9.8 E-09	6.6 E-08	Lu	6.6 E-09	4.8 E-08	Lu
Te-131m	M	5.8 E-09	3.2 E-08	ET	1.9 E-09	9.8 E-09	ET	9.4 E-10	4.6 E-09	Lu
Te-132	M	1.3 E-08	5.6 E-08	ET	4.0 E-09	1.7 E-08	ET	2.0 E-09	1.0 E-08	Lu
I-125	F	2.3 E-08	4.5 E-07	SD	1.1 E-08	2.2 E-07	SD	5.1 E-09	1.0 E-07	SD
I-125 organisch	V	4.0 E-08	8.1 E-07	SD	2.2 E-08	4.4 E-07	SD	1.1 E-08	2.1 E-07	SD
I-125 elementar	V	5.2 E-08	1.0 E-06	SD	2.8 E-08	5.6 E-07	SD	1.4 E-08	2.7 E-07	SD
I-129	F	8.6 E-08	1.7 E-06	SD	6.7 E-08	1.3 E-06	SD	3.6 E-08	7.1 E-07	SD
I-129 organique	V	1.5 E-07	3.0 E-06	SD	1.3 E-07	2.7 E-06	SD	7.4 E-08	1.5 E-06	SD
I-129 élémentaire	V	2.0 E-07	3.9 E-06	SD	1.7 E-07	3.4 E-06	SD	9.6 E-08	1.9 E-06	SD

Nucléide	Classe d'absorption	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
	Type	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**
I-131	F	7.2 E-08	1.4 E-06	SD	1.9 E-08	3.7 E-07	SD	7.4 E-09	1.5 E-07	SD
I-131 organique	V	1.3 E-07	2.5 E-06	SD	3.7 E-08	7.4 E-07	SD	1.5 E-08	3.1 E-07	SD
I-131 élémentaire	V	1.6 E-07	3.2 E-06	SD	4.8 E-08	9.5 E-07	SD	2.0 E-08	3.9 E-07	SD
I-133	F	1.8 E-08	3.5 E-07	SD	3.8 E-09	7.4 E-08	SD	1.5 E-09	2.8 E-08	SD
I-133 organique	V	3.2 E-08	6.3 E-07	SD	7.6 E-09	1.5 E-07	SD	3.1 E-09	6.0 E-08	SD
I-133 élémentaire	V	4.1 E-08	8.0 E-07	SD	9.7 E-09	1.9 E-07	SD	4.0 E-09	7.6 E-08	SD
I-135	F	3.7 E-09	7.0 E-08	SD	7.9 E-10	1.5 E-08	SD	3.2 E-10	5.7 E-09	SD
I-135 organique	V	6.7 E-09	1.3 E-07	SD	1.6 E-09	3.1 E-08	SD	6.8 E-10	1.3 E-08	SD
I-135 élémentaire	V	8.5 E-09	1.6 E-07	SD	2.1 E-09	3.8 E-08	SD	9.2 E-10	1.5 E-08	SD
Cs-134	F	7.3 E-09	4.9 E-08	ET	5.3 E-09	1.8 E-08	ET	6.6 E-09	1.2 E-08	ET
Cs-136	F	5.2 E-09	5.9 E-08	ET	2.0 E-09	1.9 E-08	ET	1.2 E-09	8.8 E-09	ET
Cs-137 / Ba-137m	F	5.4 E-09	2.5 E-08	ET	3.7 E-09	9.7 E-09	ET	4.6 E-09	7.4 E-09	ET
Ba-140	M	2.0 E-08	1.1 E-07	Lu	7.6 E-09	4.8 E-08	Lu	5.1 E-09	3.5 E-08	Lu
La-140	M	6.3 E-09	4.4 E-08	ET	2.0 E-09	1.3 E-08	ET	1.1 E-09	6.2 E-09	ET
Ce-141	M	1.1 E-08	6.9 E-08	Lu	4.6 E-09	3.2 E-08	Lu	3.2 E-09	2.4 E-08	Lu
Ce-144	M	1.6 E-07	6.5 E-07	Lu	5.5 E-08	2.6 E-07	Lu	3.6 E-08	1.9 E-07	Lu
Pr-143	M	8.4 E-09	4.6 E-08	Lu	3.2 E-09	2.1 E-08	Lu	2.2 E-09	1.5 E-08	Lu
Pb-210	M	3.7 E-06	2.2 E-05	Lu	1.5 E-06	1.1 E-05	KH	1.1 E-06	1.3 E-05	KH
Bi-210	M	3.0 E-07	2.4 E-06	Lu	1.3 E-07	1.1 E-06	Lu	9.3 E-08	7.7 E-07	Lu
Po-210	M	1.1 E-05	8.1 E-05	Lu	4.6 E-06	3.5 E-05	Lu	3.3 E-06	2.6 E-05	Lu
Ra-224	M	8.2 E-06	6.7 E-05	Lu	3.9 E-06	3.2 E-05	Lu	3.0 E-06	2.5 E-05	Lu
Ra-226	M	1.1 E-05	9.1 E-05	Lu	4.9 E-06	3.8 E-05	Lu	3.5 E-06	2.8 E-05	Lu
Th-227	S	3.0 E-05	2.5 E-04	Lu	1.4 E-05	1.2 E-04	Lu	1.0 E-05	8.7 E-05	Lu
Th-228	S	1.3 E-04	1.1 E-03	Lu	5.5 E-05	4.5 E-04	Lu	4.0 E-05	3.3 E-04	Lu

Nucléide	Classe d'absorption	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
	Type	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**
Th-230	S	3.5 E-05	2.6 E-04	KH	1.6 E-05	2.4 E-04	KH	1.4 E-05	2.8 E-04	KH
Th-232	S	5.0 E-05	3.5 E-04	Lu	2.6 E-05	2.6 E-04	KH	2.5 E-05	2.9 E-04	KH
Pa-231	M	2.3 E-04	1.0 E-02	KH	1.5 E-04	7.5 E-03	KH	1.4 E-04	6.8 E-03	KH
U-234	M	1.1 E-05	9.0 E-05	Lu	4.8 E-06	3.8 E-05	Lu	3.5 E-06	2.7 E-05	Lu
U-235	M	1.0 E-05	8.1 E-05	Lu	4.3 E-06	3.4 E-05	Lu	3.1 E-06	2.4 E-05	Lu
U-238	M	9.4 E-06	7.5 E-05	Lu	4.0 E-06	3.1 E-05	Lu	2.9 E-06	2.2 E-05	Lu
Np-237	M	4.0 E-05	8.3 E-04	KH	2.2 E-05	6.7 E-04	KH	2.3 E-05	1.0 E-03	KH
Np-239	M	4.2 E-09	1.8 E-08	ET	1.4 E-09	8.4 E-09	Lu	9.3 E-10	6.3 E-09	Lu
Pu-238	M	7.4 E-05	1.2 E-03	KH	4.4 E-05	9.8 E-04	KH	4.6 E-05	1.4 E-03	KH
Pu-239	M	7.7 E-05	1.3 E-03	KH	4.8 E-05	1.1 E-03	KH	5.0 E-05	1.5 E-03	KH
Pu-240	M	7.7 E-05	1.3 E-03	KH	4.8 E-05	1.1 E-03	KH	5.0 E-05	1.5 E-03	KH
Pu-241	M	9.7 E-07	2.2 E-05	KH	8.3 E-07	2.4 E-05	KH	9.0 E-07	3.1 E-05	KH
Am-241	M	6.9 E-05	1.4 E-03	KH	4.0 E-05	1.2 E-03	KH	4.2 E-05	1.7 E-03	KH
Cm-242	M	1.8 E-05	1.2 E-04	KH	7.3 E-06	4.8 E-05	Lu	5.2 E-06	3.5 E-05	Lu
Cm-244	M	5.7 E-05	9.6 E-04	KH	2.7 E-05	6.4 E-04	KH	2.7 E-05	9.2 E-04	KH

Classe d'absorption La classe d'absorption décrit la vitesse à laquelle une substance inhalée passe des poumons dans le sang. Type F: rapide, type M: moyenne, type S: lente, type V: immédiate (seulement pour certains gaz et certaines vapeurs)

e_{inh}: Dose efficace engagée; temps d'intégration: 50 ans pour les adultes, 70 ans pour les enfants
Coefficients de dose tirés de: ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.). Annexe G1, H1 (AMAD = 1 µm)
Les coefficients de dose pour d'autres nucléides et d'autres catégories d'âge se trouvent dans la publication CIPR 119.

$h_{inh, organe}$: Dose équivalente engagée dans l'organe le plus touché (GK: corps entier, Go: gonades, KM: moelle osseuse (rouge), DD: côlon, Lu: poumon, Ma: estomac, Bl: vessie, Br: poitrine, Le: foie, SR: œsophage, SD: thyroïde, Ha: peau, KH: surface des os, autres (ET: voies respiratoires extra-thoraciques, Ut: Utérus; Ni: reins, Mi: rate)).
Coefficients de dose tirés de: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0 - Free Educational CD Downloads (AMAD = 1 µ I

Nucléide	Classe d'absorption	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
	Type	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	**organe**

[1] Sous forme d'eau évaporée

[2] Tritium lié organiquement

2. Ingestion

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	**organe**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	**organe**
H-3, HTO	4.8E-11	4.8E-11	GK	2.3E-11	2.3E-11	GK	1.8E-11	1.8E-11	GK
H-3, OBT [2]	1.2E-10	1.6E-10	Ma	5.7E-11	6.7E-11	Ma	4.2E-11	4.7E-11	Ma
C-14	1.6E-09	1.9E-09	Ma	8.0E-10	8.9E-10	Ma	5.8E-10	6.3E-10	Ma
Na-22	1.5E-08	2.8E-08	KH	5.5E-09	1.1E-08	KH	3.2E-09	6.3E-09	KH
Na-24	2.3E-09	6.7E-09	Ma	7.7E-10	2.1E-09	Ma	4.3E-10	1.2E-09	Ma
Sc-47	3.9E-09	3.0E-08	DD	1.2E-09	9.0E-09	DD	5.4E-10	4.1E-09	DD
Cr-51	2.3E-10	1.4E-09	DD	7.8E-11	4.5E-10	DD	3.8E-11	2.1E-10	DD
Mn-54	3.1E-09	8.3E-09	DD	1.3E-09	3.3E-09	DD	7.1E-10	1.8E-09	DD
Fe-59	1.3E-08	3.5E-08	DD	4.7E-09	1.2E-08	DD	1.8E-09	5.8E-09	DD
Co-57	1.6E-09	5.6E-09	DD	5.8E-10	1.8E-09	DD	2.1E-10	9.4E-10	DD
Co-58	4.4E-09	1.4E-08	DD	1.7E-09	4.9E-09	DD	7.4E-10	2.8E-09	DD
Co-60	2.7E-08	5.1E-08	DD	1.1E-08	2.0E-08	Le	3.4E-09	8.7E-09	DD
Zn-65	1.6E-08	2.2E-08	KH	6.4E-09	8.9E-09	KH	3.9E-09	5.4E-09	KH
Se-75	1.3E-08	5.1E-08	Ni	6.0E-09	2.2E-08	Ni	2.6E-09	1.4E-08	Ni
Br-82	2.6E-09	4.0E-09	DD	9.5E-10	1.5E-09	DD	5.4E-10	8.3E-10	Ma
Sr-89	1.8E-08	9.2E-08	DD	5.8E-09	2.7E-08	DD	2.6E-09	1.4E-08	DD

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe
Sr-90	7.3E-08	7.3E-07	KH	6.0E-08	1.0E-06	KH	2.8E-08	4.1E-07	KH
Y-91	1.8E-08	1.4E-07	DD	5.2E-09	4.2E-08	DD	2.4E-09	1.9E-08	DD
Zr-95	5.6E-09	3.4E-08	DD	1.9E-09	1.1E-08	DD	9.5E-10	5.1E-09	DD
Nb-95	3.2E-09	1.6E-08	DD	1.1E-09	5.6E-09	DD	5.8E-10	2.8E-09	DD
Mo-99	3.5E-09	1.6E-08	Le	1.1E-09	5.5E-09	Le/Ni	6.0E-10	3.1E-09	Ni
Tc-99m	1.3E-10	4.7E-10	SD	4.3E-11	1.4E-10	DD	2.2E-11	6.7E-11	DD
Ru-103	4.6E-09	2.9E-08	DD	1.5E-09	9.2E-09	DD	7.3E-10	4.3E-09	DD
Ru-106	4.9E-08	3.3E-07	DD	1.5E-08	1.0E-07	DD	7.0E-09	4.5E-08	DD
Ag-110m	1.4E-08	4.6E-08	DD	5.2E-09	1.7E-08	DD	2.8E-09	8.5E-09	DD
Sn-125	2.2E-08	1.8E-07	DD	6.7E-09	5.2E-08	DD	3.1E-09	2.4E-08	DD
Sb-122	1.2E-08	9.1E-08	DD	3.7E-09	2.7E-08	DD	1.7E-09	1.2E-08	DD
Sb-124	1.6E-08	9.6E-08	DD	5.2E-09	3.0E-08	DD	2.5E-09	1.4E-08	DD
Sb-125	6.1E-09	3.3E-08	KH	2.1E-09	1.3E-08	KH	1.1E-09	9.0E-09	KH
Sb-127	1.2E-08	8.4E-08	DD	3.6E-09	2.5E-08	DD	1.7E-09	1.2E-08	DD
Te-125m	6.3E-09	9.0E-08	KH	1.9E-09	3.4E-08	KH	8.7E-10	2.0E-08	KH
Te-127m	1.8E-08	1.4E-07	KH	5.2E-09	5.5E-08	KH	2.3E-09	3.2E-08	KH
Te-129m	2.4E-08	1.1E-07	DD	6.6E-09	3.2E-08	DD	3.0E-09	1.4E-08	DD
Te-131m	1.4E-08	1.5E-07	SD	4.3E-09	4.5E-08	SD	1.9E-09	1.8E-08	SD
Te-132	3.0E-08	3.2E-07	SD	8.3E-09	7.5E-08	SD	3.8E-09	3.1E-08	SD
I-125	5.7E-08	1.1E-06	SD	3.1E-08	6.2E-07	SD	1.5E-08	3.0E-07	SD
I-129	2.2E-07	4.3E-06	SD	1.9E-07	3.8E-06	SD	1.1E-07	2.1E-06	SD
I-131	1.8E-07	3.6E-06	SD	5.2E-08	1.0E-06	SD	2.2E-08	4.3E-07	SD
I-133	4.4E-08	8.6E-07	SD	1.0E-08	2.0E-07	SD	4.3E-09	8.2E-08	SD
I-135	8.9E-09	1.7E-07	SD	2.2E-09	3.9E-08	SD	9.3E-10	1.6E-08	SD

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe
Cs-134	1.6E-08	2.4E-08	DD	1.4E-08	1.7E-08	DD	1.9E-08	2.1E-08	DD
Cs-136	9.5E-09	1.3E-08	DD	4.4E-09	5.3E-09	DD	3.0E-09	3.4E-09	DD
Cs-137 / Ba-137m	1.2E-08	2.3E-08	DD	1.0E-08	1.3E-08	DD	1.3E-08	1.5E-08	DD
Ba-140	1.8E-08	1.2E-07	DD	5.8E-09	3.5E-08	DD	2.6E-09	1.7E-08	DD
La-140	1.3E-08	8.7E-08	DD	4.2E-09	2.7E-08	DD	2.0E-09	1.3E-08	DD
Ce-141	5.1E-09	4.0E-08	DD	1.5E-09	1.2E-08	DD	7.1E-10	5.5E-09	DD
Ce-144	3.9E-08	3.1E-07	DD	1.1E-08	9.2E-08	DD	5.2E-09	4.2E-08	DD
Pr-143	8.7E-09	7.0E-08	DD	2.6E-09	2.1E-08	DD	1.2E-09	9.3E-09	DD
Pb-210	3.6E-06	3.8E-05	KH	1.9E-06	4.4E-05	KH	6.9E-07	2.3E-05	KH
Bi-210	9.7E-09	7.6E-08	DD	2.9E-09	2.3E-08	DD	1.3E-09	1.0E-08	DD
Po-210	8.8E-06	7.6E-05	Mi	2.6E-06	2.5E-05	Mi	1.2E-06	1.3E-05	Ni
Ra-224	6.6E-07	2.3E-05	KH	2.6E-07	1.1E-05	KH	6.5E-08	1.7E-06	KH
Ra-226	9.6E-07	2.9E-05	KH	8.0E-07	3.9E-05	KH	2.8E-07	1.2E-05	KH
Th-227	7.0E-08	8.0E-07	KH	2.3E-08	3.9E-07	KH	8.8E-09	8.8E-08	KH
Th-228	3.7E-07	8.4E-06	KH	1.4E-07	4.3E-06	KH	7.2E-08	2.5E-06	KH
Th-230	4.1E-07	1.3E-05	KH	2.4E-07	1.1E-05	KH	2.1E-07	1.2E-05	KH
Th-232	4.5E-07	1.3E-05	KH	2.9E-07	1.2E-05	KH	2.3E-07	1.2E-05	KH
Pa-231	1.3E-06	6.0E-05	KH	9.2E-07	4.6E-05	KH	7.1E-07	3.6E-05	KH
U-234	1.3E-07	1.8E-06	KH	7.4E-08	1.5E-06	KH	4.9E-08	7.8E-07	KH
U-235	1.3E-07	1.7E-06	KH	7.1E-08	1.4E-06	KH	4.7E-08	7.4E-07	KH
U-238	1.2E-07	1.6E-06	KH	6.8E-08	1.4E-06	KH	4.5E-08	7.1E-07	KH
Np-237	2.1E-07	5.0E-06	KH	1.1E-07	4.1E-06	KH	1.1E-07	5.4E-06	KH
Np-239	5.7E-09	4.4E-08	DD	1.7E-09	1.3E-08	DD	8.0E-10	6.0E-09	DD
Pu-238	4.0E-07	6.9E-06	KH	2.4E-07	5.9E-06	KH	2.3E-07	7.4E-06	KH

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe
Pu-239	4.2E-07	7.6E-06	KH	2.7E-07	6.8E-06	KH	2.5E-07	8.2E-06	KH
Pu-240	4.2E-07	7.6E-06	KH	2.7E-07	6.8E-06	KH	2.5E-07	8.2E-06	KH
Pu-241	5.7E-09	1.2E-07	KH	5.1E-09	1.4E-07	KH	4.8E-09	1.6E-07	KH
Am-241	3.7E-07	8.3E-06	KH	2.2E-07	7.3E-06	KH	2.0E-07	9.0E-06	KH
Cm-242	7.6E-08	9.7E-07	KH	2.4E-08	3.5E-07	KH	1.2E-08	1.9E-07	KH
Cm-244	2.9E-07	5.8E-06	KH	1.4E-07	3.9E-06	KH	1.2E-07	4.9E-06	KH
Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe

e_{ing}: Dose efficace engagée; temps d'intégration: 50 ans pour les adultes, 70 ans pour les enfants.
Coefficients de dose tirés de: ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.). Annexe F1 (AMAD = 1 µm)
Les coefficients de dose pour d'autres nucléides et d'autres catégories d'âge se trouvent dans la publication CIPR 119.

$h_{ing, Organ}$: Dose équivalente engagée dans l'organe le plus touché (GK: corps entier, Go: gonades, KM: moelle osseuse (rouge), DD: côlon, Lu: poumon, Ma: estomac, Bl: vessie, Br: poitrine, Le: foie, SR: œsophage, SD: thyroïde, Ha: peau, KH: surface des os, autres (ET: voies respiratoires extrathoraciques, Ut: Utérus; Ni: reins, Mi: rate)).
Coefficients de dose tirés de: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0 - Free Educational CD Downloads (AMAD = 1 µm)

[2] Tritium lié organiquement

Annexe 6
(Art. 136, al. 4, 152, al. 3 et 192, al. 3)

Coefficients de dose pour le rayonnement des nuages et du sol

Nucléide	Irradiation externe due au rayonnement des nuages	Irradiation externe due au rayonnement du sol
	e_{imm} (mSv/h)/(Bq/m³)	e_{sol} (mSv/h)/(Bq/m²)
H-3	0.0E+00	0.0E+00
C-11	1.6E-07	3.6E-09
C-14	9.4E-12	4.6E-14
O-15	1.7E-07	3.9E-09
F-18	1.6E-07	3.4E-09
Na-22	3.7E-07	7.4E-09
Na-24	7.5E-07	1.3E-08
Sc-47	1.7E-08	3.6E-10
Cr-51	5.0E-09	1.1E-10
Mn-54	1.4E-07	2.8E-09
Fe-59	2.0E-07	4.0E-09
Co-57	1.8E-08	3.9E-10
Co-58	1.6E-07	3.3E-09
Co-60	4.3E-07	8.3E-09
Zn-65	9.8E-08	1.9E-09
Se-75	6.0E-08	1.3E-09
Br-82	4.4E-07	8.9E-09
Kr-79	4.0E-08	8.5E-10
Kr-81	8.8E-10	5.7E-12
Kr-83m	8.8E-12	1.2E-12
Kr-85	9.2E-10	3.8E-11
Kr-85m	2.5E-08	5.6E-10
Kr-87	1.4E-07	3.0E-09
Kr-88	3.5E-07	6.2E-09
Kr-88/Rb-88	4.7E-07	8.9E-09
Kr-89	3.4E-07	6.6E-09
Kr-90		
Sr-89	1.6E-09	2.5E-10
Sr-90	3.5E-10	5.9E-12
Sr-90/Y-90	3.2E-09	4.0E-10
Y-91	2.2E-09	2.7E-10
Zr-95	1.2E-07	2.5E-09
Nb-95	1.3E-07	2.6E-09
Mo-99	2.5E-08	6.4E-10
Mo-99/Tc-99m	4.2E-08	1.0E-09
Tc-99m	1.9E-08	4.1E-10
Ru-103	8.0E-08	1.7E-09
Ru-106	0.0E+00	0.0E+00
Ru-106/Rh-106	3.9E-08	1.2E-09
Ag-110m	4.6E-07	9.3E-09
Sn-125	5.9E-08	1.4E-09
Sb-122	7.3E-08	1.8E-09
Sb-124	3.2E-07	5.6.2E-09
Sb-125	6.8E-08	1.5E-09
Sb-127	1.1E-07	2.4E-09
Te-125m	1.2E-09	9.6E-11
Te-127m	4.0E-10	3.1E-11
Te-129m	5.7E-09	2.1E-10
Te-131m	2.4E-07	4.9E-09
Te-132	3.4E-08	7.7E-10
Te-132/I-132	4.1E-07	8.6E-09
I-125	1.4E-09	1.1E-10
I-129	1.0E-09	7.2E-11
I-130	3.5E-07	7.4E-09
I-131	6.1E-08	1.3E-09
I-132	3.7E-07	7.8E-09
I-133	1.0E-07	2.2E-09
I-134	4.4E-07	9.0E-09
I-135	2.7E-07	5.3E-09
Xe-122	7.9E-09	2.2E-10
Xe-123	1.0E-07	2.2E-09
Xe-125	3.9E-08	8.9E-10
Xe-127	4.0E-08	9.2E-10
Xe-129m	3.4E-09	1.5E-10
Xe-131m	1.3E-09	5.9E-11
Xe-133	5.0E-09	1.5E-10
Xe-133m	4.6E-09	1.3E-10
Xe-135	4.0E-08	9.0E-10
Xe-135m	6.7E-08	1.5E-09
Xe-137	3.7E-08	1.3E-09
Xe-138	2.0E-07	3.9E-09
Cs-134	2.5E-07	5.3E-09
Cs-136	3.5E-07	7.2E-09

Cs-137	3.4E-10	1.1E-11
Cs-137/Ba-137m	9.2E-08	2.0E-09
Ba-140	2.9E-08	6.9E-10
Ba-140/La-140	4.3E-07	8.4E-09
La-140	4.0E-07	7.7E-09
Ce-141	1.1E-08	2.5E-10
Ce-144	2.6E-09	6.2E-11
Ce-144/Pr-144	1.2E-08	6.4E-10
Pr-143	7.0E-10	7.5E-11
Pb-210	1.7E-10	7.8E-12
Bi-210	9.3E-10	1.3E-10
Po-210	1.6E-12	3.3E-14
Ra-224	1.6E-09	3.5E-11
Ra-226	1.1E-09	2.4E-11
Th-227	1.9E-08	4.1E-10
Th-228	3.0E-10	7.8E-12
Th-230	5.5E-11	2.3E-12
Th-232	2.8E-11	1.6E-12
Pa-231	5.2E-09	1.2E-10
U-234	2.2E-11	2.1E-12
U-235	2.5E-08	5.4E-10
U-238	1.2E-11	1.4E-12
Np-237	3.1E-09	8.8E-11
Np-239	2.6E-08	5.8E-10
Pu-238	1.2E-11	2.2E-12
Pu-239	1.4E-11	1.1E-12
Pu-240	1.2E-11	2.0E-12
Pu-241	2.2E-13	5.1E-15
Am-241	2.4E-09	7.8E-11
Cm-242	1.4E-11	2.4E-12
Cm-244	1.4E-11	2.1E-12

e_{imm} Coefficients de dose pour l'irradiation externe due à un nuage de grande étendue de forme hémisphérique

e_{sol} Coefficients de dose pour l'irradiation externe due à un dépôt étendu sur une grande surface de sol

valeurs nulles 0.0E+00 est indiqué pour des valeurs inférieures à 4.0E-19.

***** Introduite par le ch. III, al. 2, de l'o du 24 oct. 2007, en vigueur depuis 1er janvier 2008 (RO **2007** 5651).

Annexe 7
(Art. 36, al. 1 et 2)

Limites d'immission

1 Limites d'immission dans l'air(LI_{air}):

1.1 Les limites d'immission dans l'air sont déterminées de sorte que le séjour en continu (8766 heures par an = NH) à un endroit où la concentration radioactive de l'air correspond à la limite d'immission du nucléide en question conduirait, par inhalation et immersion, à une dose annuelle de 0,3 mSv pour la personne critique (enfant en bas âge, enfant de 10 ans ou adulte).

1.2

Nucléide	Limite d'immission dans l'air [Bq/m^3]			
	Adulte	Enfant	Enf. en bas âge	**Minimum**
HTO	2,2E+03	2,3E+03	3,1E+03	2,2E+03
C-14 (org.)	6,8E+01	6.7E+01	9,3E+01	6,7E+01
Na-22	2,7E+01	2,0E+01	1,9E+01	1,9E+01
Na-24	6,4E+01	5,1E+01	4,8E+01	4,8E+01
Mn-54	2,5E+01	2,1E+01	2,3E+01	2,1E+01
Co-60	3,9E+00	3,5E+00	4,3E+00	3,5E+00
Zn-65	2,4E+01	2,1E+01	2,2E+01	2,1E+01
Br-82	4,7E+01	3,8E+01	3,9E+01	3,8E+01
Sr-90/Y-90	1,1E+00	1,0E+00	1,3E+00	1,0E+00
Tc-99m	1,4E+03	1,2E+03	1,1E+03	1,1E+03

I-131 (el.)	2,0E+00	1,1E+00	9,3E-01	9,3E-01
Cs-137/Ba-137m	8,5E+00	1,4E+01	2,7E+01	8,5E+00
Pu-239	7,9E-04	1,2E-03	1,9E-03	7,9E-04

1.3 Pour d'autres radionucléides, les limites d'immission dans l'air peuvent se calculer à l'aide de la formule ci-dessous:

$$LI_{air}[Bq/m^3] = \min\left(\frac{0.3mSv/a}{DR_{eb}\cdot e_{inh,eb} + F_{abs}\cdot e_{imm}\cdot NH}; \frac{0.3mSv/a}{DR_{e10}\cdot e_{inh,e10} + F_{abs}\cdot e_{imm}\cdot NH}; \frac{0.3mSv/a}{DR_{ad}\cdot e_{inh,ad} + F_{abs}\cdot e_{imm}\cdot NH}\right)$$

où einh.eb, eing,e10 et eing,ad [mSv/Bq] sont les coefficients de dose pour l'inhalation pour les enfants en bas âge, les enfants de 10 ans et les adultes et eimm [(mSv/h)/(Bq/m3)] le cofficient d'immersion (indépendant de l'âge). Les coefficients d'inhalation et d'immersion proviennent des annexes 5 et 6.Pour l'immersion un facteur d'atténuation (Fabs) de 0,4 a été fixé pour tenir compte du séjour partiel à l'intérieur.

Pour les débits respiratoires DReb, DRe10, DRad [m3/a] pour les enfants en bas âge, pour les enfants de 10 ans et pour les adultes les valeurs suivantes (IFSN G-14) ont été utilisées:

a. DR_{eb} = 2022 [m^3/a]
b. DR_{e10} = 5688 [m^3/a]
c. DR_{ad} = 7584 [m^3/a]

2 Limites d'immission dans les eaux(LI_{eaux}):

2.1 Les limites d'immission dans les eaux accessibles au public sont déterminées de sorte que la personne critique, qui couvre son besoin total en eau potable avec une eau dont la contamination correspond à la limite d'immission, recevrait une dose annuelle par ingestion de 0,3 mSv.

2.2

Nucléide	Limite d'immission dans les eaux [Bq/l]			
	Adulte	Enfant	Enf. en bas âge	**Minimum**
HTO	2,6E+04	2,0E+04	2,5E+04	2,0E+04
C-14	8,0E+02	5,8E+02	7,5E+02	5,8E+02
Na-22	1,4E+02	8,4E+01	8,0E+01	8,0E+01
Na-24	1,1E+03	6,0E+02	5,2E+02	5,2E+02
Mn-54	6,5E+02	3,6E+02	3,9E+02	3,6E+02
Co-60	1,4E+02	4,2E+01	4,4E+01	4,2E+01
Zn-65	1,2E+02	7,2E+01	7,5E+01	7,2E+01
Sr-90/Y-90	1,6E+01	7,7E+00	1,6E+01	7,7E+00
Tc-99m	2,1E+04	1,1E+04	9,2E+03	9,2E+03
I-131 (el.)	2,1E+01	8,9E+00	6,7E+00	6,7E+00
Cs-137/Ba-137m	3,6E+01	4,6E+01	1,0E+02	3,6E+01
Pu-239	1,8E+00	1,7E+00	2,9E+00	1,7E+00
Am-241	2,3E+00	2,1E+00	3,2E+00	2,1E+00

2.3 Pour d'autres radionucléides, les limites d'immission dans les eaux peuvent se calculer à l'aide de la formule ci-dessous:

$$IG_{Gw}[Bq/l] = \min\left(\frac{0.3mSv/a}{e_{ing,eb}\cdot CoE_{eb}};\frac{0.3mSv/a}{e_{ing,e10}\cdot CoE_{e10}};\frac{0.3mSv/a}{e_{ing,ad}\cdot CoE_{ad}}\right)$$

où $e_{ing,eb}$, $e_{ing,e10}$ et $e_{ing,ad}$ [mSv/Bq] sont les coefficients de dose par ingestion pour l'enfant en bas âge, pour l'enfant de 10 ans et pour l'adulte et CoE_{eb}, CoE_{e10}, CoE_{ad} les consommantions d'eau de boisson en litres par an [l/a] pour les enfants en bas âge, les enfants de 10 ans et les adultes.

Pour la consommation d'eau de boisson on a pris 650 l pour les adultes et les enfants de 10 ans et 250 l pour les enfants en bas âge. Les coefficients de dose proviennent de l'annexe 5.

3 Pour les mélanges de radionucléides, la règle d'addition s'applique pour le calcul des limites d'immission dans l'air et dans les eaux:

Règle pour contrôler le respect des limites d'immission dans l'air et dans les eaux en cas de mélange de radionucléides. Les différents nucléides sont pondérés en fonction de leur toxicité. Lorsque les inégalités suivantes sont satisfaites, les mélanges en question sont inférieurs aux limites d'immission.

$$\frac{a_1}{LIair_1}+\frac{a_2}{LI_{air2}}+...+\frac{a_n}{LIair_n}<1$$

a_1, a_2, ...a_n: concentrations radioactives dans l'air pour les nucléides 1, 2, ..., n en Bq/m^3.

$LI_{air\,1}$, $LI_{air\,2}$, ... $LI_{air\,n}$: limites d'immission dans l'air pour les nucléides 1, 2, ..., n en Bq/m^3.

$$\frac{a_1}{LI_{eau1}}+\frac{a_2}{LI_{eau2}}+...+\frac{a_n}{LI_{eaun}}<1$$

a_1, a_2, ...a_n: concentrations radioactives des nucléides 1, 2, ..., n dans les eaux en Bq/l.

LI_{eau1}, $LI_{eau\ 2}$, ... $LI_{eau\ n}$: limites d'immission dans l'eau pour les radionucléides 1, 2, ..., n en Bq/l.

Annexe 8
(Art. 58, al. 4, let. b, 92, al. 2, et 97, al. 2)

Signalisation des secteurs contrôlés et surveillés

Selon les sources radioactives utilisées, les secteurs contrôlés et surveillées doivent porter les indications suivantes:

1 Sources radioactives non scellées:

a. le nucléide le plus radiotoxique et son activité maximale;

b. la classification du secteur de travail (type A, B ou C) ou du type de zone;

c. le degré maximal de contamination non fixée sur les surfaces, en Bq/cm^2 ou sous forme du nombre de valeurs directrices pour le nucléide en cause;

d. le degré maximal de contamination de l'air ambiant en Bq/m^3;

e. le débit de dose ambiante en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela s'avère judicieux;

f. les indications sur les vêtements de protection nécessaires ainsi que les mesures de protection à prendre;

g. le signe de danger.

2 Sources radioactives scellées:

a. le nucléide le plus radiotoxique et son activité maximale ou l'activité et le nucléide avec le rayonnement gamma de la plus haute énergie;

b. le débit de dose ambiante en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela s'avère judicieux;

c. le signe de danger.

3 Installations (p. ex., installations à rayons X, accélérateurs):

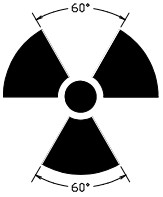
a. la désignation de l'installation;

b. la nature du rayonnement (p. ex., électrons, rayons X, neutrons, pour autant que cela n'apparaisse pas dans la désignation de l'installation);

c. le débit de dose ambiante en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela s'avère judicieux;

d. le signe de danger.

4 Signe de danger



Rapport des rayons: 1:1, 5:5

Valeurs pour la définition des sources scellées de haute activité

Pour les radionucléides qui ne figurent pas dans le tableau ci-dessous, on utilisera la valeur D de la publication AIEA «Dangerous quantities of radioactive material (D values)» (Quantités dangereuses de matière radioactive (valeurs D)) (EPR-D-VALUES 2006) [45].

Radionucléide	Activité (TBq)
Am-241	6×10^{-2}
Am-241/Be	6×10^{-2}
Cf-252	2×10^{-2}
Cm-244	5×10^{-2}
Co-60	3×10^{-2}
Cs-137	1×10^{-1}
Gd-153	1×10^{0}
Ir-192	8×10^{-2}
Pm-147	4×101
Pu-238	6×10^{-2}
Pu-239/Be[46]	6×10^{-2}
Ra-226	4×10^{-2}
Se-75	2×10^{-1}
Sr-90 (Y-90)	1×10^{0}
Tm-170	2×10^{1}
Yb-169	3×10^{-1}

45 Les publications de l'AIEA citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'AIEA à l'adresse: www.iaea.org > Publications.

46 L'activité indiquée correspond à celle du radionucléide émetteur alpha.

Annexe 10
(Art. 198)

Modification d'autres actes

Les ordonnances indiquées ci-dessous sont modifiées comme suit:

1. Ordonnance du 19 novembre 2013 sur la formation[47]

Art. 12, al. 6

6 Les prescriptions sur les formations reconnues en radioprotection, conformément à l'ordonnance … sur la radioprotection[48] doivent être approuvées par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP).

2. Ordonnance du 11 février 2004 sur la circulation militaire[49]

Annexe 1 ch. 1701

1700	**Transport de matières radioactives**
1701	Le matériel militaire comportant des matières radioactives qui peuvent être transportées en tant que colis exceptés conformément à la SDR/ADR et les objets homologués par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) en vertu de l'art. 29 de l'ordonnance du … sur la radioprotection50 ne sont pas soumis aux prescriptions de transport de la classe 7 de la SDR/ADR.

3. Ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN[51]

Art. 5, al. 1, let. c

Abrogé

Art. 11, al. 2, let. b

2 Dans ce contexte, les tâches de l'OFPP sont les suivantes:

47 RS **412.101**
48 RS **814.501**
49 RS **510.710**
50 RS **814.501**
51 RS **520.17**

b. il se procure les données et les informations lui permettant de faire le point de la situation radiologique et en assure l'évaluation en vue d'ordonner des mesures immédiates;

Annexe 1, ch. 8

Abrogé

4. Ordonnance du 10 décembre 2004 sur l'énergie nucléaire[52]

Art. 8, al. 4

4 En concevant une installation nucléaire conformément à l'art. 7, let. c, on devra classer les défaillances visées aux al. 2 et 3 selon leur fréquence indiquée à l'art. 136 de l'ordonnance du … sur la radioprotection (ORaP)[53]. Les hypothèses devront en outre prévoir une erreur isolée qui viendra s'ajouter à l'événement déclencheur. On devra démontrer que les limites des doses visées à l'art. 136, al. 2, let. a à d, ORaP peuvent être respectées.

Art. 22, al. 1

1 Une autorisation générale n'est pas nécessaire pour une installation nucléaire si la fréquence des défaillances qui sont visées à l'art. 8, al. 2 et 3, dont il résulte une dose de plus de 1 mSv pour les membres du public, ne dépasse pas 10-6 par année; de plus, dans un entrepôt ou dans un dépôt en couches géologiques profondes, la somme des activités des nucléides à stocker ne doit pas dépasser 1013 LL au sens de l'annexe 3, colonne 9, ORaP[54].

Modifications des annexes

1 L'annexe 3 est modifiée conformément à l'appendice 1

2 L'annexe 6 fait l'objet d'une révision conformément à l'appendice 2

5. Ordonnance du 20 septembre 2013 relative à la recherche sur l'être humain[55]

Remplacement d'une expression

Ne concerne que le texte allemand.

52 RS **732.11**

53 RS **814.501**

54 RS **814.501**

55 RS **810.301**

Art. 23 Contrôle, annonce et rapport sur les examens à l'aide de sources de rayonnements

1 Lors d'examens avec des sources de rayonnements, la direction du projet contrôlele respect de la contrainte de dose visée à l'art. 57 de l'ordonnance du … sur la radioprotection.

2 Elle annonce un dépassement de la contrainte de dose dans un délai de sept jours ouvrables suivant la constatation de l'événement à la commission d'éthique.

3 La commission d'éthique peut solliciter l'expertise technique de l'OFSP pour l'appréciation du calcul ou de l'estimation des doses ainsi que la détermination des mesures à prendre.

4 La direction du projet transmet à l'OFSP dans l'année suivant la fin ou l'arrêt d'un projet de recherche qui comportait des examens avec des sources radioactives scellées ou non scellées un rapport final avec toutes les indications pertinentes sur la radioprotection, en particulier une estimation a posteriori de la dose.

5 Aucun rapport au sens de l'al. 4 n'est exigé pour les examens de routine de médecine nucléaire avec des produits radiopharmaceutiques autorisés.

6 Dans le cadre de son avis au sens de l'art. 19 ou sur demande, l'OFSP peut prévoir d'autres exceptions à l'obligation d'établir un rapport.

6. Ordonnance du 20 septembre 2013 sur les essais cliniques[56]

Remplacement d'une expression

Ne concerne que le texte allemand.

Art. 44 Contrôle, annonce et rapport sur les examens à l'aide de sources de rayonnements

1 Lors des essais cliniques de produits thérapeutiques qui peuvent émettre des rayonnements ionisants ainsi que lors d'examens avec des sources de rayonnements, l'investigateur contrôle le respect de la contrainte de dose visée à l'art. 57 de l'ordonnance du … sur la radioprotection.

2 Il annonce un dépassement de la contrainte de dose dans un délai de sept jours ouvrables suivant la constatation de l'événement à la commission d'éthique.

3 Pour les essais cliniques de catégories B et C de produits thérapeutiques émettant des rayonnements ionisants, l'annonce visée à l'al. 2 doit aussi être envoyée à l'Institut. Cette obligation incombe au sponsor.

4 La commission d'éthique ou l'Institut peuvent solliciter l'expertise technique de l'OFSP pour l'appréciation du calcul ou de l'estimation des doses ainsi que la détermination des mesures à prendre.

5 L'investigateur transmet à l'OFSP, dans un délai d'une année à compter de la fin ou de l'arrêt de l'essai clinique qui comporte des examens à l'aide de sources radioactives scellées ou non scellées, un rapport final avec toutes les indications pertinentes sur la radioprotection, en particulier l'estimation a posteriori de la dose à laquelle ont été exposées les personnes ayant participé à l'essai clinique.

6 Aucun rapport visé à l'al.5 n'est exigé sur les examens de routine de médecine nucléaire avec des produits radiopharmaceutiques autorisés.

7 Dans le cadre de sa prise de position au sens de l'art. 28 ou sur demande, l'OFSP peut prévoir d'autres exceptions à l'obligation d'établir un rapport visé à l'al. 5.

7. Ordonnance du 27 juin 1995 sur l'assurance-maladie[57]

Art. 44, al. 3

3 Sont réservées les dispositions relatives à l'utilisation des radiations ionisantes en chiropratique, notamment l'art. 19, al. 1, let. d de l'ordonnance du … sur la radioprotection[58] ainsi que ses dispositions d'application émises par le Département fédéral de l'intérieur.

8. Ordonnance du 19 décembre 1983 sur la prévention des accidents[59]

Remplacement d'une expression

Dans tout l'acte, «Office fédéral» *est remplacé par* «OFSP».

Art. 2, al. 2, let. c

2 Les prescriptions sur la prévention des accidents professionnels ne s'appliquent pas:

c. aux installations nucléaires, en ce qui concerne la protection technique contre les radiations, la sûreté et la sécurité nucléaire ainsi que, pour la protection technique contre les radiations, aux entreprises soumises au contrôle de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) en vertu de l'ordonnance du ... sur la protection contre les radiations[60];

57 RS **832.102**

58 RS **814.501**

59 RS **832.30**

60 RS **814.501**

Appendice 1 à la modification de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire
(Annexe 10, ch. 3)

Annexe 3[61]
(art. 28 et 41)

Dossier d'exploitation

Ch. 1, inscription sous « Règlement de radioprotection »

1. Documents organisationnels

Règlement de radioprotection	Ce règlement définit les tâches de radioprotection incombant au détenteur de l'autorisation d'exploiter, en particulier le mesurage des rejets radioactifs aux alentours et la radioprotection des personnes occupées dans le secteur contrôlé.

Appendice 2 à la modification de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire
(Annexe 10, ch. 3)

Annexe 6
(art. 21 et 38)

Rapports sur les événements et les constats dans le domaine de la sécurité

Rapport	Contenu	Périodicité
Rapport d'événement	Rapport sur des événements survenus et sur les constats effectués, qui aura le contenu suivant: a. classification selon les critères ci-dessous, résumé de l'événement ou du constat et conclusions actuelles; b. état de l'installation avant l'événement ou lors du constat; c. déroulement de l'événement et comportement de l'installation, ou nature du constat; d. origine de l'événement ou du constat; e. mesures immédiates; f. annexes.	Pour chaque événement ou constat devant être notifié
Rapport sur les mesures consécutives	Rapport sur des événements survenus et sur des constats effectués, qui aura le contenu suivant: a. mesures consécutives; b. appréciation de l'importance au titre de la sécurité; c. annexes.	Pour chaque événement ou constat devant être notifié

Classification des événements et des constats

Il convient de classer les événements et les constats en fonction de leurs conséquences pour l'intervention d'urgence.

1. Classification

Nature de l'annonce	Description
Accident grave (General Emergency)	Un événement qui représente une menace immédiate sérieuse ou un pronostic de risque radiologique pour l'environnement et qui exige obligatoirement la préparation ou la réalisation de mesures de protection dans le voisinage des installations nucléaires.
Accident de site (Site Area Emergency)	Un événement qui pourrait conduire à un accident grave ou le site de l'installatoin est soumis à une sérieuse menace radiolo-

	gique. Un danger radiologique prochain (pronostiqué) pour l'environnement, nécessitant la mise sur pied de l'état-major d'urgence de l'installation nucléaire est possible.
Etat de préparation	Un événement qui conduit à une réduction significative du niveau de protection pour le personnel de l'entreprise ou qui pourrait conduire à un accident sur le site ou un accident grave et selon le cas exige la mise sur pied de l'état-major d'urgence de l'installation nucléaire ou de fractions de celui-ci.
Non classifié	Événement ou constat soumis à l'obligation d'annonce concnernant la sécurité nucléaire, mais qui ne remplit aucun des critères relatifs à l'état de préparation, l'accident de site ou l'accident grave.
Evénement d'intérêt public	Un événement observable par le public sur le site de l'installation nucléaire ou dans ses environs immédiats, indépendamment de sa signification pour la sécurité nucléaire ou un événement en relation avec l'installation nucléaire au sujet duquel l'IFSN doit éventuellement répondre à des questions ou un événement observable par le public concernant le transport de matières nucléaires de catégorie I à III (conformément à l'annexe 2 OENu) ou de déchets radioactifs provenant du retraitement.

2. Délais de notification des événements et des constats dans le domaine de la sécurité

	Situation d'urgence générale	**Situation d'urgence sur le site**	**Alerte**	**Non classé**	**Evénement d'intérêt public**
Annonce par téléphone (première info)	de suite	de suite	de suite	24 heures [1]	de suite
Confirmation écrite de l'annonce	dans le cadre de l'organisation d'urgence de l'IFSN	dans le cadre de l'organisation d'urgence de l'IFSN	dans le cadre de l'organisation d'urgence de l'IFSN	24 heures[1]	dans les 2 h. après la 1re information
Rapport d'événement	36 heures	36 heures	10 jours	30 jours	Rapport mensuel[2]
Rapport sur les mesures consécutives	selon les besoins	selon les besoins	30 jours	30 jours	Rapport mensuel[1]

[1] Dans les 24 heures entre 8 et 17 h.

[2] Si un rapport mensuel n'est pas requis, le notifier dans le rapport trimestriel ou annuel.

3. Echelle d'appréciation internationale selon l'AIEA-INES

Pour l'information de la population, il convient de classer les événements et les constats d'après l'échelle internationale INES de l'AIEA. (voir INES User's Manual 2008, AIEA,Vienne 2009)

Niveau	Description	Critères
7	Accident majeur	– Rejet dans le voisinage du site d'une part importante de l'inventaire du coeur du réacteur, généralement sous la forme d'un mélange de produits de fission radioactifs à courte et longue période (en quantités équivalant, du point de vue radiologique, à plus de 10 000 TBq d'iode-131).
6	Accident grave	– Rejet de produits de fission dans le voisinage du site (en quantités équivalant, du point de vue radiologique, à un rejet de l'ordre de 1000 à 10 000 TBq d'iode-131).
5	Accident entraînant une mise en danger du voisinage du site	– Rejet de produits de fission dans le voisinage du site (en quantités équivalant, du point de vue radiologique, à un rejet de l'ordre de 100 à 1000 TBq d'iode-131). – Dommages graves au coeur avec relâchement d'une grande quantité de radioactivité à l'intérieur de l'installation.
4	Accident sans mise en danger significative du voisinage du site	– Rejet supérieur aux valeurs-limites autorisées de substances radioactives dans le voisinage du site, entraînant, pour l'individu le plus exposé, une dose de quelques millisieverts. – Avarie partielle du coeur du réacteur due à des effets mécaniques et/ou à une fusion. – Irradiation du personnel ayant pour effet probable un décès à court terme.
3	Incident grave	– Rejet supérieur aux valeurs-limites autorisées de substances radioactives dans le voisinage du site, pouvant entraîner, pour l'individu le plus exposé hors du site, une dose de l'ordre de quelques dixièmes de millisievert. – Irradiation du personnel assez forte pour qu'il faille s'attendre à des effets aigus sur la santé des travailleurs. Niveau élevé de contamination dans l'installation. – Défaillance à la suite de laquelle une panne supplémentaire des équipements de sécurité pourrait entraîner un accident, ou situation où des équipements de sécurité ne pourraient pas empêcher un accident si certains événements se produisaient.

2	Incident	– Evénement ou constat accompagné de défaillances majeures de certains équipements de sécurité, mais avec des mesures préventives suffisantes pour corriger encore des erreurs supplémentaires. Evénement ou constat de niveau 1, mais avec des carences non négligeables dans l'organisation ou sur le plan de la culture de la sécurité. – Evénement à l'origine d'une irradiation du personnel dépassant la limite admissible de la dose annuelle. Dispersion significative de radioactivité dans l'installation, dépassant les limites admises lors du dimensionnement.
1	Anomalie	– Anomalie amenant l'installation en dehors des conditions de fonctionnement prescrites. Elle peut être due à une défaillance du matériel, à une erreur humaine ou à une insuffisance dans les procédures. Evénement ou constat sans importance directe pour la sécurité, mais avec des carences non négligeables dans l'organisation ou sur le plan de la culture de la sécurité.
0	Evénements et constats sans signification pour la sécurité	– Evénements et constats ne sortant pas des valeurs-limites et conditions fixées à l'exploitation et qui n'exigent que l'application des procédures appropriées. Exemples: Défaillance unique dans un système redondant, constatée lors des contrôles périodiques. Arrêt automatique du réacteur, suivi du comportement normal de l'installation. Fuites ne dépassant pas les limites des conditionsd'exploitation. Tous ces exemples sont sans lien direct avec la culture de la sécurité.

Ordonnance du DFI sur l'utilisation des sources radioactives (OUSR)

du … Projet pour l'audition

Le Département fédéral de l'intérieur, en accord avec l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN),

vu les art. 95, al. 7, 96, al. 2, 98, al. 4, 101, 103, al. 2, et 111, al. 2, de l'ordonnance du …[1] sur la radioprotection (ORaP)

arrête:

Chapitre 1 Dispositions générales

Art. 1 Objet et champ d'application

[1] La présente ordonnance règle l'utilisation, soumise à autorisation, de sources radioactives.

[2] L'utilisation de sources radioactives scellées à des fins diagnostiques et thérapeutiques en médecine humaine et vétérinaire en est exclue.

Art. 2 Définitions

Les définitions figurant à l'art. 2 et à l'annexe 1 ORaP ainsi qu'à l'annexe 1 de la présente ordonnance sont applicables.

Art. 3 Dérogations

L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) peut, au cas par cas et sur demande, autoriser une dérogation aux prescriptions de la présente ordonnance si:

a. l'expérience et l'état de la science et de la technique l'exigent pour une nouveauté technique ou une application particulière; et

b. des mesures adéquates garantissent que le risque radiologique est le même que lorsque les prescriptions de la présente ordonnance sont observées.

RS **814.554**

1 RS **814.501**

Art. 4 Protection des sources radioactives

[1] Les sources de haute activité visées à l'art. 108 ORaP doivent être protégées contre le vol et les actes non autorisés par des mesures architecturales et opérationnelles adéquates.

[2] Les informations sensibles concernant la sécurité des sources de haute activité doivent être protégées contre l'accès non autorisé à l'aide de moyens administratifs et techniques.

[3] Les mesures de sécurité ont notamment pour but d'empêcher, de repérer et de retarder le vol ou les actes non autorisés et de rendre possible une intervention.

[4] Elles doivent figurer dans un plan de sécurité que l'autorité de surveillance doit contrôler. Ce plan doit être actualisé en permanence.

[5] Le plan de sécurité doit notamment préciser comment il est garanti que seules les personnes autorisées ont accès aux secteurs où sont placées les sources de haute activité.

[6] La présence et l'intégrité des sources de haute activité doivent être contrôlées périodiquement. La périodicité doit figurer dans le plan de sécurité.

[7] Si l'inventaire d'activité d'un lieu de stockage de sources est supérieur à 100 000 fois la limite d'autorisation visée à l'annexe 3, colonne 10, ORaP, l'autorité de surveillance peut exiger un plan de sécurité et l'application des mesures de sécurité correspondantes.

Art. 5 Valeurs directrices lors de l'utilisation de sources non scellées

Lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées, il faut respecter, outre les valeurs directrices visées à l'art. 3 ORaP, celles qui sont données à l'annexe 2 de la présente ordonnance.

Art. 6 Types de domaines

[1] A l'intérieur des zones présentant un débit de dose ambiante élevé, il faut installer et désigner, en vue de la planification et de la régulation des doses individuelles, des domaines où les débits de dose ambiante maximaux admissibles sont les suivants:

a. domaine de type V: débit de dose ambiante maximal aux endroits accessibles inférieur à 0,01 mSv par heure;

b. domaine de type W: débit de dose ambiante maximal aux endroits accessibles compris entre 0,01 et 0,1 mSv par heure;

c. domaine de type X: débit de dose ambiante maximal aux endroits accessibles compris entre 0,1 et 1,0 mSv par heure;

d. domaine de type Y: débit de dose ambiante maximal aux endroits accessibles compris entre 1,0 et 10 mSv par heure;

e. domaine de type Z: débit de dose ambiante maximal aux endroits accessibles supérieur à 10 mSv par heure.

[2] Le séjour dans les domaines de type V à Z doit être surveillé en tenant compte du principe d'optimisation visé à l'art. 5 ORaP. La durée de séjour doit être limitée de sorte qu'une dose individuelle donnée ne soit pas dépassée.

[3] En fonctionnement normal, les accès aux locaux du domaine de type Z doivent pouvoir être verrouillés par des portes ou des blocs de béton.

Chapitre 2 Radioprotection architecturale et équipement

Section 1 Dispositions générales

Art. 7 Documentation concernant les mesures architecturales de radioprotection

[1] Pour les locaux d'irradiation visés aux art. 30 et 31 et les locaux de médecine nucléaire visés aux art. 27 et 28, le requérant doit joindre à la demande d'autorisation un dossier concernant la radioprotection architecturale comprenant notamment:

a. un plan des locaux à l'échelle 1:20 ou 1:50 sur lequel est indiquée la disposition des sources radioactives et des orientations possibles des faisceaux qui sont importants pour la détermination des distances;

b. des plans en coupe verticale dans le cas où ceux-ci sont nécessaires pour déterminer les secteurs à protéger;

c. des tableaux de calcul contenant les indications mentionnées à l'annexe 7;

d. une description des dispositifs d'alarme et de sécurité.

[2] La documentation concernant la radioprotection architecturale doit avoir été contrôlée par un expert en radioprotection visé à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP. Celui-ci veille à ce que l'exécution des travaux de construction s'effectue conformément aux indications données à l'al. 1.

Art. 8 Type de construction, marquage et certificat des sources radioactives scellées

1 Le type de construction et le marquage des sources radioactives scellées sont régis par les art. 105 et 106 ORaP.

2 Le fournisseur doit joindre à chaque source radioactive un certificat du fabricant comprenant au moins les indications suivantes:

a. la classification ISO basée sur un essai-type dans le cas où l'activité de la source est supérieure à cent fois la limite d'autorisation indiquée à l'annexe 3, colonne 10, ORaP;

b. le radionucléide, sa forme physique et chimique, son activité, le type et la dimension de l'encapsulage, la date de fabrication et la date de mesure;

c. les résultats des tests d'étanchéité et l'attestation de l'absence de contamination.

Art. 9 Approbation des plans au sens de la loi sur le travail

Les entreprises industrielles qui installent ou transforment des secteurs de travail pour l'utilisation de sources radioactives non scellées ou des locaux pour des unités d'irradiation doivent observer les prescriptions concernant l'approbation des plans par l'autorité cantonale, conformément à l'art. 7, al. 1, de la loi du 13 mars 1964 sur le travail.

Section 2 Secteurs de travail et zones

Art. 10 Type de construction

Les exigences concernant le type de construction des secteurs de travail et des zones visés aux art. 95 et 96 sont régies par l'annexe 5.

Art. 11 Compartiments coupe-feu

[1] Les différents secteurs de travail et zones doivent être conçus comme des compartiments coupe-feu séparés.

[2] L'installation de plusieurs secteurs de travail ou zones dans le même compartiment coupe-feu est admise à condition que les prescriptions de l'article 136 ORaP sont respectées.

[3] Lorsque qu'un secteur de travail de type C est délimité à l'intérieur d'un local, les exigences pour la protection contre l'incendie s'appliquent à l'ensemble du local.

[4] L'autorité de surveillance peut au cas par cas et exceptionnellement augmenter les exigences minimales à la résistance au feu des secteurs de travail s'il existe un danger élevé d'incendie ou de risque de contamination.

Art. 12 Sols, surfaces de travail, hottes d'aspiration

[1] Lors de la fixation au sol d'instruments ou d'installations, il faut garantir qu'aucun liquide ne puisse s'écouler sous les appareils sans garde au sol ou sous le revêtement du sol.

[2] Les surfaces de travail et les sols doivent en principe satisfaire aux exigences applicables à un laboratoire de chimie. Ils doivent être conçus de manière que les produits chimiques courants, tels que les acides, les bases et les solvants organiques, ainsi que les produits de nettoyage les attaquent le moins possible.

[3] Les robinets du gaz et de l'eau, de même que les interrupteurs électriques, doivent être placés à l'extérieur des hottes d'aspiration.

Art. 13 Accès

L'accès aux secteurs de travail et aux zones doit être conçu de manière à empêcher toute propagation des contaminations. Les exigences à ce sujet sont régies à l'annexe 5.

Art. 14 Lavabos

[1] A l'intérieur des secteurs contrôlés et des secteurs de travail, un lavabo pour la décontamination des mains doit être placé à proximité de la sortie.

[2] Les robinets et les distributeurs de savon doivent pouvoir être actionnés autrement qu'avec les mains. En outre, on n'utilisera que des essuie-mains à usage unique.

Art. 15 Ecoulements pour les déchets liquides

Si des déchets radioactifs liquides sont produits dans un secteur de travail ou une zone, il convient de prévoir des écoulements ou des récipients collecteurs appropriés. L'autorité de surveillance décide si les écoulements doivent être reliés à une installation de contrôle visée à l'art. 24.

Art. 16 Ventilation

[1] Les secteurs de travail et les zones doivent pouvoir être suffisamment ventilés conformément aux exigences indiquées à l'annexe 5.

[2] Dans le cas où les secteurs de travail de type C ne peuvent pas être suffisamment ventilés par une fenêtre ouvrant sur l'extérieur, ils doivent être ventilés artificiellement (entrée et sortie d'air). Lorsqu'il y a plusieurs secteurs de travail de type C dans le même bâtiment, l'autorité qui délivre les autorisations et l'autorité de surveillance peuvent exiger une ventilation artificielle.

[3] En présence d'une ventilation artificielle, celle-ci doit être réglée de manière que la pression dans les locaux présentant un danger accru de contamination soit plus faible que dans ceux où ce danger est moindre, notamment dans les locaux d'activité normale du reste du bâtiment.

[4] Le titulaire de l'autorisation doit contrôler au moins une fois par an le fonctionnement correct de la ventilation artificielle (sous-pression) dans les secteurs de travail et les zones.

[5] Le débit d'air des hottes d'aspiration en position de travail, c'est-à-dire avec une ouverture de 20 cm, doit être d'au moins 0,5 m par seconde.

[6] Les cellules à dépression doivent être constamment en sous-pression tant qu'elles renferment des sources radioactives non scellées. La sous-pression ne doit pas tomber au-dessous de 50 Pascal même lorsque les opérations de travail dans la cellule provoquent des variations de pression. Un manomètre doit indiquer en permanence la sous-pression.

Art. 17 Evacuation de l'air

[1] En cas de ventilation artificielle, la conduite d'évacuation de l'air doit être aménagée de manière que l'air expulsé du local ne puisse refluer dans celui-ci ni dans d'autres locaux.

[2] A l'intérieur du bâtiment et dans des conditions normales de fonctionnement, les conduites d'évacuation de l'air doivent être en sous-pression ou étanches aux gaz sur toute leur longueur.

[3] L'évacuation de l'air à l'extérieur doit advenir dans le respect des limites d'immission fixées à l'art. 36, al. 1, ORaP ou de la contrainte de dose indiquée à l'art. 25, al. 3, ORaP aux endroits accessibles.

[4] Pour les secteurs situés dans l'enceinte de l'entreprise, les limites d'immission s'appliquent comme valeurs directrices, en tenant compte de la durée de séjour.

[5] L'autorité de surveillance peut exiger, en vue de la surveillance de l'air rejeté, que la conduite d'évacuation de l'air soit pourvue d'une tubulure pour le prélèvement d'échantillons d'air représentatifs ou qu'elle soit surveillée en continu et que les rejets dans l'environnement fassent l'objet d'un bilan.

Art. 18 Filtres

[1] Dans les secteurs de travail des types A et B, l'air vicié provenant des hottes d'aspiration doit être évacué au travers d'un filtre approprié, placé le plus près possible de la sortie de la hotte.

[2] La totalité de l'air évacué provenant des zones de type II à IV et des secteurs de travail de type A doit être filtrée.

[3] Sur les cellules à dépression, l'air aspiré doit être filtré directement à la sortie. L'autorité de surveillance peut exiger l'emploi de filtres spécifiques pour les nucléides utilisés (par exemple filtre de charbon actif, piège cryogénique).

[4] L'efficacité des filtres doit être contrôlée au moins une fois par an.

[5] L'autorité de surveillance approuve le type et le montage des filtres ainsi que la méthode de contrôle de leur efficacité.

Section 3 Lieux de stockage des sources radioactives

Art. 19 Accès

L'accès aux lieux de stockage et aux sources radioactives doit être contrôlé et interdit aux personnes non autorisées.

Art. 20 But et aménagement

Les lieux de stockage de sources radioactives visées à l'annexe 1, doivent être désignés comme tels et ne doivent servir qu'à l'entreposage; ils doivent être aménagés en tant que secteurs contrôlés ou surveillés.

Art. 21 Débit de dose ambiante à l'extérieur des lieux de stockage

Les valeurs directrices du débit de dose ambiante indiquées à l'annexe 2 doivent être respectées aux endroits accessibles à l'extérieur des lieux de stockage.

Art. 22 Protection contre l'incendie

[1] Concernant la protection contre l'incendie, les lieux de stockage de sources radioactives doivent correspondre aux classes suivantes de résistance au feu des directives de protection incendie du 26 mars 2003 de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie[2] :

a. pour les sources scellées et non scellées d'une activité supérieure à 100 LA : EI 30/REI 30[3]

b. pour les sources non scellées d'une activité supérieure à 10 000 LA : EI 60/REI 60

c. pour les sources scellées de haute activité: EI 60/REI 60.

[2] L'autorité de surveillance peut accorder des dérogations de l'al. 1 pour le stockage de sources radioactives ayant subi un essai-type conformément à l'art. 27 ORaP et l'entreposage de produits semi-finis, à condition que la protection contre l'incendie soit garantie par d'autres mesures.

Art. 23 Ventilation

[1] Les lieux de stockage des sources radioactives doivent pouvoir être suffisamment ventilés. Si l'inventaire radioactif est supérieur à 10 000 fois la limite d'autorisation LA, le lieu de stockage doit être ventilé artificiellement (entrée et sortie d'air).

[2] La ventilation artificielle des lieux de stockage est régie par l'art. 16, al. 3, et 17.

Section 4 Traitement des eaux usées, installations de contrôle

Art. 24 Contrôle et rétention des eaux usées

[1] L'autorité qui délivre les autorisations et l'autorité de surveillance peuvent exiger l'aménagement d'une installation de contrôle des eaux usées lorsque les limites d'immission indiquées à l'art. 36, al. 2, ORaP ou la contrainte de dose indiquée à l'art. 25, al. 3, ORaP peuvent être dépassées dans les eaux usées au moment où elles quittent l'enceinte de l'entreprise. Les critères d'évaluation sont notamment:

a. le mouvement des activités;

b. le nombre de postes de travail;

c. les concentrations d'activité;

d. le risque de contamination liée aux manipulations prévues;

e. les écoulements au sol;

2 Cette directive de protection incendie (12-03fr) et la norme associée (1-03fr) peuvent être obtenues auprès de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie(AEAI), Bundesgasse 20, case postale, CH-3001 Berne ou peuvent être consultées sur Internet à l'adresse suivante : www.vkf.ch (courriel : mail@vkf.ch).

3 Classe de résistance au feu : « EI » : pour les structures non porteuses, « REI » : pour les structures porteuses.

f. la période des nucléides utilisés;

g. la fréquence des changements de travaux de recherche prévus;

h. la fréquence de rotation de personnel et l'expérience professionnelle de celui-ci.

2 Les secteurs de travail du type A et les zones de type I à IV doivent être équipés d'une installation de contrôle des eaux usées.

3 L'autorité de surveillance peut exiger la mise en place d'une installation de traitement des eaux usées et une surveillance de la teneur en nucléides, ainsi que de l'activité dans les eaux usées de l'entreprise.

Art. 25 Construction de l'installation de contrôle des eaux usées

1 Toutes les eaux usées des secteurs de travail reliés qui peuvent être contaminées doivent être amenées à une installation de contrôle des eaux usées.

2 Cette installation doit être pourvue de deux réservoirs collecteurs au moins, qui peuvent être remplis alternativement.

3 L'étanchéité des réservoirs collecteurs non enterrés doit pouvoir être contrôlée en tout temps. Ils doivent être placés dans un bac de rétention d'une contenance correspondant au moins à celle d'un réservoir. Les bacs de rétention sont disposés de manière à pouvoir recueillir les fuites prévisibles.

4 L'étanchéité des réservoirs souterrains doit être contrôlée au moins tous les trois ans.

5 La vidange des réservoirs collecteurs ne doit pas pouvoir être déclenchée automatiquement. Elle doit s'effectuer par un dispositif actionné à la main, par exemple par pression d'un bouton ou par déblocage d'un verrou.

6 Les réservoirs collecteurs doivent être pourvus au moins des dispositifs suivants:

a. trop-plein déversant dans un autre réservoir ou dans le bac de rétention;

b. indicateur de remplissage;

c. système d'alarme indiquant que le réservoir est plein aux $^4/_5$;

d. mélangeur;

e. dispositif de prélèvement d'échantillons représentatifs

h. soupapes de sécurité contre la surpression et la sous-pression.

Art. 26 Eaux usées

1 La totalité des eaux usées provenant des installations sanitaires des chambres de patients soumis à une thérapie de médecine nucléaire ne peut être rejetée dans l'environnement que par le biais d'une installation de contrôle des eaux usées visée aux art. 24 et 25.

2 Les cages, les écuries et les locaux de cultures végétales qui sont utilisés pour l'application des sources radioactives non scellées à des animaux ou à des plantes

doivent être aménagés de manière à empêcher toute contamination de l'environnement et des eaux usées par des excrétions ou par l'eau d'arrosage.

Section 5 Conception et blindage des secteurs de médecine nucléaire

Art. 27 Conception et aménagement des locaux de médecine nucléaire

[1] Les laboratoires de médecine nucléaire, les salles d'application et d'examen pour la préparation et l'administration de sources radioactives non scellées ainsi que les chambres de patient soumis à une thérapie doivent satisfaire au moins aux exigences d'un secteur de travail de type C.

[2] Les patients de médecine nucléaire doivent disposer, à l'intérieur des secteurs contrôlés, de salles d'attente et, le cas échéant, de salles de repos et de toilettes séparées. Ces locaux doivent pouvoir être facilement décontaminés.

[3] Le blindage des chambres de patient destinées à la thérapie doit être conçu en vue d'une occupation permanente.

[4] Le blindage des salles d'attente et de repos et des locaux d'examen et d'application doit être conçu en vue d'une occupation de 40 heures par semaine.

Art. 28 Blindage lié à la construction

[1] Les secteurs d'attente et les salles de repos des patients de médecine nucléaire auxquels des sources radioactives non scellées ont été administrées ainsi que les salles d'application et d'examen et les chambres de patient destinées à la thérapie doivent être blindées vis-à-vis des endroits avoisinants accessibles, de manière à ce que les valeurs directrices des débits de dose ambiante indiqués à l'annexe 2 soient respectées.

[2] Lors de la détermination des blindages il faut tenir compte, selon l'expérience et l'état de la science et de la technique, des activités utilisées, des distances aux secteurs accessibles, de la durée de l'éventuelle exposition des personnes ainsi que des paramètres spécifiques aux différents nucléides. A cet effet, on prendra en considération:

a. les recommandations des organisations professionnelles concernées au niveau international et national;

b. les directives de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP).

[3] Dans les chambres de patient destinées à la thérapie, des paravents mobiles appropriés doivent être disponibles. Dans le cas de la prise en charge de patients grabataires, un blindage fixe d'au moins 110 cm de hauteur est à prévoir le long du lit du patient. Le débit de dose ambiante derrière ce blindage ne doit pas dépasser la valeur donnée à l'annexe 2.

[4] L'effet de protection des blindages doit être assuré jusqu'à une hauteur de 200 cm à l'extérieur des locaux blindés.

[5] L'équivalent de plomb doit être indiqué de façon durable sur les portes, les fenêtres et les parois qui comprennent des blindages supplémentaires.

[6] Pour les installations de tomographie assistée par ordinateur (CT), comme les tomographes par émission de positrons (TEP-CT) ou les tomographes par émission monophotonique (SPECT-CT), le local de commande doit être complètement séparé de la salle de radiologie et doit être blindé.

Art. 29 Installations sanitaires dans les chambres de patient soumis à thérapie

Les chambres de patients soumis à une thérapie résidentielle de médecine nucléaire doivent être équipées de leurs propres installations sanitaires (lavabo, douche, WC), ou celles-ci doivent être disponibles à proximité immédiate à l'intérieur du secteur contrôlé.

Section 6 Conception et blindage lors de l'utilisation d'unités d'irradiation

Art. 30 Emplacement des unités d'irradiation

[1] Les unités d'irradiation qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale doivent être exploitées dans un local d'irradiation.

[2] Lorsque l'exploitation d'unités d'irradiation qui ne sont pas munies d'un dispositif de protection totale dans un local d'irradiation n'est pas possible, pour des raisons organisationnelles ou techniques, ou n'est pas nécessaire du point de vue de la radioprotection, l'autorité de surveillance peut admettre leur exploitation dans d'autres secteurs surveillés.

[3] L'emplacement des unités d'irradiation munies d'un dispositif de protection totale n'est soumis à aucune exigence particulière.

Art. 31 Exigences concernant les locaux d'irradiation

[1] Les locaux où sont installées des unités d'irradiation doivent être aménagés comme des secteurs surveillés et satisfaire aux exigences suivantes:

a. le dispositif de commande (pupitre de commande) doit se trouver hors du local d'irradiation;

b. avant l'enclenchement de l'irradiation, il faut veiller à ce que plus personne ne se trouve dans le local d'irradiation;

c. l'irradiation ne doit pouvoir être enclenchée que lorsque les accès sont fermés et sécurisés. Lorsque ceci ne peut être garanti en cas d'utilisation d'une commande à distance, une alarme acoustique doit survenir lorsqu'un accès demeure ouvert alors que l'irradiation est enclenchée;

d. il doit être possible de quitter à tout moment le local d'irradiation. Si, lorsque l'on quitte le local d'irradiation, on doit traverser la zone dangereuse, des dispositifs supplémentaires d'arrêt d'urgence doivent être installés;

e. l'état de fonctionnement de l'installation doit être indiqué clairement dans le local d'irradiation et à son entrée. Dans le cas où, pour des raisons techniques, la mise en place de signaux optiques dans le local d'irradiation n'est pas possible, il faut indiquer avec un signal acoustique que l'installation est mise en fonctionnement;

f. l'autorité qui délivre les autorisations et l'autorité de surveillance peuvent, dans le cas d'un risque élevé pour les personnes, exiger des dispositions supplémentaires de sécurité.

[2] Le blindage des locaux d'irradiation est régi par l'art. 98 ORaP. Dans ce cadre, les valeurs directrices du débit de dose ambiante suivantes ne doivent pas être dépassées, en tenant compte de la fréquence d'utilisation:

a. 0,02 mSv en une semaine dans les locaux situés à l'extérieur des secteurs surveillés;

b. 0,1 mSv en une semaine dans les endroits, à l'extérieur des secteurs surveillés, qui ne sont pas prévus pour un séjour durable;

c. 0,1 mSv en une semaine dans les endroits, à l'intérieur des secteurs surveillés, où ne peuvent se tenir que des personnes professionnellement exposées aux radiations.

[3] La fréquence d'exploitation utilisée pour ce calcul doit être d'une heure par semaine au minimum.

[4] Aux endroits où aucune personne ne peut se tenir durant l'exploitation de l'unité d'irradiation, le débit n'est soumis à aucune limitation.

Art. 32 Exigences concernant les unités fixes d'irradiation exploitées hors de locaux d'irradiation

[1] Dans le cas des unités d'irradiation, la valeur directrice du débit de dose ambiante ne doit pas dépasser 0,5 μSv par heure dans les endroits où des membres du public peuvent séjourner durablement et 2,5 μSv par heure dans les endroits où le séjour n'est pas durable.

[2] Dans les cas où les valeurs directrices du débit de dose ambiante indiquées à l'al. 1 ne peuvent être respectées, les domaines présentant des débits de dose plus élevés doivent être indiqués clairement. Les personnes qui séjournent régulièrement dans ces domaines sont à considérer comme professionnellement exposées aux radiations et doivent faire l'objet d'une surveillance dosimétrique individuelle.

Art. 33 Exigences concernant les unités d'irradiation mobiles

Les unités d'irradiation destinées à une utilisation mobile doivent présenter un débit de dose à 1 m de la surface, avec l'obturateur fermé, inférieur à 0,1 mSv par heure.

Chapitre 3 Mesures opérationnelles

Section 1 Mesures opérationnelles générales

Art. 34 Stockage des sources radioactives

1 Si des sources radioactives non scellées sont stockées dans un secteur de travail, l'autorité qui délivre les autorisations ou l'autorité de surveillance fixe, conformément à l'art. 95, al. 3, ORaP, l'activité maximale admissible.

2 Aucun matériau accélérant la combustion et aucune denrée alimentaire ne doivent être entreposées dans les lieux de stockage de sources radioactives.

3 Si plusieurs sources radioactives sont stockées au même endroit, elles doivent être blindées de façon que l'utilisation de l'une d'elle affaiblisse le moins possible la protection des autres.

4 Chaque source radioactive doit être stockée de manière à empêcher toute contamination et à rendre possible son identification en tout temps.

5 Les liquides radioactifs doivent être stockés dans un récipient incassable ou le récipient doit être placé dans un conteneur incassable pouvant contenir le volume des liquides radioactifs, y compris leur emballage.

6 Les sources radioactives physiquement, chimiquement ou biologiquement instables doivent être stockées de manière à empêcher la formation d'une surpression inadmissible.

Art. 35 Transport de sources radioactives à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise

1 Pour le transport de sources radioactives, à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise et hors des secteurs contrôlés et surveillés, l'emballage doit satisfaire aux exigences suivantes:

a. il doit être muni des signes de danger, clairement reconnaissables, figurant dans l'annexe 8 ORaP;

b. il doit faire écran contre le rayonnement de manière que le débit de dose ambiante ne dépasse pas 0,1 mSv par heure à une distance de 1 m de la surface et 1 mSv par heure à la surface;

c. ses surfaces extérieures ne doivent pas présenter de contamination transmissible supérieure aux valeurs fixées dans l'annexe 3, colonne 12, ORaP;

d. il doit empêcher que la substance radioactive puisse être libérée et qu'ainsi des matières, des personnes ou l'environnement soient contaminés;

e. si des sources radioactives sous forme de liquide, de gaz ou de poudre sont contenues dans un récipient fragile, celui-ci doit être enfermé dans un autre conteneur incassable;

f. dans le cas de sources radioactives liquides, le récipient doit contenir une matière suffisamment absorbante pour recueillir la totalité du liquide;

g. dans le cas de gaz radioactifs, les récipients et les réservoirs doivent être étanches aux gaz.

2 Les sources radioactives transportées à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise mais en dehors des secteurs contrôlés et surveillés doivent être constamment sous surveillance directe ou mises en sécurité de manière à être inaccessibles aux personnes non autorisées. Il faut s'assurer que les tiers ne sont pas exposés inutilement à des doses de rayonnements.

3 Lors de la livraison ou de l'envoi de sources radioactives dont l'emballage ou le récipient répond aux prescriptions pour le transport en dehors de l'enceinte de l'entreprise, il n'y a pas lieu de prendre des mesures supplémentaires pour le transport à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise.

Art. 36 Elimination des emballages de sources

Les conteneurs de protection, les récipients de stockage et les emballages d'expédition de sources radioactives peuvent être éliminés comme substances non radioactives uniquement si elles ont été libérées conformément à l'art. 118 OraP et que toutes les indications de radioactivité sont entièrement éliminées. S'il n'est pas possible d'éliminer entièrement les indications de radioactivité qu'ils portent, une mention bien visible sera apposée précisant qu'ils sont vides et ne contiennent plus de substances radioactives.

Art. 37 Rejet dans l'environnement

1 Le titulaire de l'autorisation doit effectuer un bilan de tous les rejets dans l'environnement de sources radioactives dont l'activité dépasse la limite de libération indiquée à l'annexe 3, colonne 9, ORaP.

2 Le bilan peut être établi par calcul ou, sur demande de l'autorité de surveillance, par des mesures. Il doit être établi chaque année civile et remis à l'autorité de surveillance avec indication de la date du rejet, de la voie d'évacuation, du nucléide et de l'activité.

3 L'activité des eaux usées collectées dans une installation de contrôle des eaux usées visée aux art. 24 et 25 doit être mesurée avant leur évacuation dans les égouts ou dans les eaux où elles sont déversées.

4 Le contrôle de l'activité des eaux usées est effectué par une analyse de laboratoire exécutée sur un échantillon prélevé dans le récipient collecteur et représentatif de son contenu. Alternativement, on peut déterminer l'activité directement dans le réservoir, à l'aide d'une sonde de mesure appropriée ou par calcul, si la composition des nucléides est connue.

Art. 38 Instruments de mesure des rayonnements ionisants

1 Selon l'art. 100 ORaP, des instruments de mesure appropriés doivent être en tout temps à disposition dans les locaux ou les secteurs dans lesquels sont utilisées des sources radioactives. Le type et la quantité minimale d'instruments qui doivent être disponibles pour les différents domaines d'application et les différentes activités

sont indiqués à l'annexe 6. L'équipement pour les domaines d'application et les activités qui ne sont pas visés à l'annexe 6 doit être déterminé en fonction de l'expérience et de l'état de la science et de la technique.

2 Si des substances radioactives volatiles qui peuvent contaminer l'air inhalé ou l'air expulsé sont utilisées, l'autorité de surveillance peut exiger la présence d'appareils de mesure pour le contrôle de la concentration de l'activité dans l'air respiré ou dans l'air ambiant.

3 La mise sur le marché et le contrôle de la stabilité des instruments de mesure du rayonnement ionisant, ainsi que la portée des mesures d'assurance de la qualité qui leur sont applicables, sont régis par l'art. 101 ORaP.

4 Les instruments de mesure dont la mise sur le marché et le contrôle ne sont pas régis par l'art. 101, al. 1, ORaP, doivent, avant leur première utilisation, être étalonnés par le fabricant ou tout autre organisme habilité.

5 Immédiatement après la vérification ou l'étalonnage des instruments de mesure, il convient de déterminer, au moyen d'une source radioactive appropriée (source de valeur théorique, source de contrôle ou source surfacique), une valeur de référence pour le contrôle de stabilité annuel. Si l'écart par rapport à la valeur de référence est supérieur à 20 %, l'instrument doit être ajusté et vérifié ou étalonné à nouveau, conformément aux al. 3 et 4.

6 Les instruments de mesure mobiles doivent être soumis chaque jour ou avant chaque utilisation à un contrôle de fonctionnement. Ce contrôle comprend au moins un test des batteries, la vérification du bruit de fond et un test de fonctionnement avec une source radioactive.

Art. 39 Instruction des services du feu

1 Les services du feu compétents doivent être informés par écrit de la présence et de l'emplacement des substances radioactives ainsi que d'une éventuelle conduite particulière à suivre en cas d'incendie. On leur indiquera notamment:

a. le plan de situation;

b. le nucléide utilisé;

c. l'activité;

d. le récipient contenant la source.

Art. 40 Instruction et surveillance du personnel de nettoyage

Le personnel de nettoyage ne peut travailler dans des secteurs contrôlés que s'il a été instruit par une personne ayant une formation en radioprotection et qu'il est placé sous la surveillance de cette dernière.

Art. 41 Signalisation

1 Les accès aux secteurs contrôlés et surveillés doivent être désignés conformément à l'annexe 8 ORaP. Ceci concerne notamment:

a. les secteurs de travail visés à l'art. 95 ORaP;

b. les zones visées à l'art. 96 ORaP;

c. les locaux d'irradiation;

d. les lieux de stockage des sources radioactives.

[2] A l'intérieur des secteurs contrôlés et surveillés, les endroits présentant un débit de dose ambiante ou une contamination élevés doivent être indiqués et signalés. Le cas échéant, le séjour dans ces zones sera spécialement contrôlé et limité.

Art. 42 Méthodes de travail et comportement

Toutes les opérations de travail avec des sources radioactives doivent être organisées de manière à éviter autant que possible des contaminations de personnes et d'objets, des incorporations et des irradiations corporelles partielles ou totales. A cet effet, on appliquera les méthodes de travail mentionnées dans l'annexe 3.

Art. 43 Moyens de protection personnelle

Pour la manipulation de sources radioactives dans les secteurs contrôlés et surveillés, le titulaire de l'autorisation doit mettre à la disposition du personnel les moyens nécessaires de protection personnelle et veiller à ce que ceux-ci soient conformes à l'état de la technique et maintenus dans un état irréprochable.

Section 2 Mesures opérationnelles lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées

Art. 44 Vêtements de travail dans les secteurs de travail et les zones

[1] Dans les secteurs de travail et les zones de type I à IV, toutes les personnes doivent porter des vêtements de travail et des chaussures appropriés.

[2] Toutes les personnes doivent porter des vêtements de travail et des chaussures ou des sur-chausses réservés à cet effet :

a. dans les secteurs de travail des types A et B ainsi que dans les zones à partir du type II ;

b. dans les secteurs contrôlés où la contamination des surfaces ou de l'air est supérieure au décuple de la valeur directrice mentionnée dans l'annexe 3, colonnes 11 et 12, ORaP ;

c. lors de travaux dont la réalisation peut conduire aux contaminations visées à la let. b.

[3] Il y a lieu dans les cas visés à l'al. 2, let. b et c, et dans la mesure où cela s'avère nécessaire :

a. de changer de sous-vêtements ;

b. d'utiliser un vêtement de protection, le cas échéant avec une protection respiratoire.

4 Les vêtements de travail réservés aux secteurs de travail et aux zones correspondants doivent être clairement marqués et ne doivent pas être portés hors de ceux-ci. Les vêtements de travail doivent être rangés à l'intérieur des secteurs de travail et des zones, les vêtements personnels à l'extérieur de ceux-ci, dans des armoires ou des vestiaires séparés.

5 Les personnes qui travaillent avec des vêtements de protection équipés d'une protection respiratoire doivent être en contact permanent avec une tierce personne.

6 Les sous-vêtements et les vêtements de travail doivent être soumis à un contrôle de contamination après le travail et décontaminés si la contamination est supérieure à la valeur directrice CS mentionnée dans l'annexe 3, colonne 12, ORaP. L'al. 8 demeure réservé.

7 Les sous-vêtements et les vêtements qui présentent une contamination supérieure à celle mentionnée dans l'annexe 3, colonne 12, ORaP, ne doivent pas être remis à des blanchisseries publiques.

8 Les vêtements de travail qui ne peuvent être décontaminés en-deçà de la valeur directrice CS ne peuvent être utilisés que dans des zones de type III et IV et uniquement avec l'assentiment de l'autorité de surveillance.

Art. 45 Mobilier et équipement dans les secteurs et les zones

Le mobilier doit être limité au strict nécessaire dans les secteurs de travail et les zones. Il doit pouvoir être décontaminé facilement. Seuls les appareils et les supports nécessaires au travail avec les substances radioactives doivent être présents. Les objets non indispensables doivent être tenus à l'écart des surfaces de travail, et les secteurs de travail et les zones ne doivent notamment pas servir à des activités qui ne leur sont pas destinées.

Art. 46 Utilisation sur les animaux et les plantes

1 En plus des prescriptions générales, les règles suivantes s'appliquent à l'utilisation de sources radioactives non scellées sur les animaux et les plantes:

a. les excrétions, les parties du corps et les cadavres d'animaux de laboratoire contaminés radioactivement, ainsi que les parties de plantes et les milieux de culture végétale radioactifs qui ne servent plus et qui ne peuvent être libérés au sens des art. 117 et 118 ORaP doivent être traités comme des déchets radioactifs (art. 25 à 27 de la loi du 22 juin 1991 sur la radioprotection [LRaP][4] et art. 125 à 127 ORaP);

b. les cages avec des animaux contenant des substances radioactives et les milieux de culture marqués radioactivement doivent être manipulés et stockés à l'intérieur de secteurs contrôlés.

4 RS **814.50**

Art. 47 Administration de sources radioactives non scellées à des animaux à des fins vétérinaires

[1] Les sources radioactives non scellées ne doivent être administrées à des animaux qu'après que le titulaire de l'autorisation a démontré que, en adoptant les mesures de radioprotection appropriées, l'être humain et l'environnement ne sont pas exposés à des radiations inadmissibles.

[2] Les animaux auxquels des sources radioactives non scellées ont été administrées, ne peuvent être libérés du secteur contrôlé que lorsqu'il peut être garanti que l'exposition possible des membres du public aux radiations est inférieure à 10 μSv par an.

[3] Avant la libération, il faut remettre au propriétaire de l'animal une notice contenant les règles de comportement à suivre en vue de réduire au minimum l'exposition au rayonnement du propriétaire et de tiers et précisant la durée d'application de ces règles. Celles-ci doivent être expliquées dans le cadre d'un entretien au cours duquel des informations sur les risques associés au rayonnement ionisant seront données.

Art. 48 Essais en plein champ

L'autorité de surveillance apprécie au cas par cas l'utilisation soumise à autorisation de sources radioactives non scellées à des fins d'essais en plein champ. Les prescriptions générales concernant l'utilisation de sources radioactives non scellées et les mesures à prendre en matière de radioprotection opérationnelle sont en principe applicables.

Section 3 Mesures opérationnelles lors des applications en médecine nucléaire

Art. 49 Protection des patients

[1] L'indication des examens et des traitements de médecine nucléaire à des fins diagnostiques exige une justification conformément aux art. 39 à 42 ORaP. Celle-ci doit figurer dans le dossier du patient.

[2] Pour les examens diagnostiques de médecine nucléaire, une technique appropriée visée à l'art. 43 ORaP est à appliquer pour obtenir l'information diagnostique nécessaire avec une dose minimale.

[3] Les recommandations en matière de techniques d'examen optimisées visées à l'art. 43 ORaP publiées par l'OFSP ou par des organisations reconnues au niveau national ou international doivent être prises en compte.

[4] Les niveaux de référence diagnostiques publiés par l'OFSP conformément à l'art. 46 ORaP doivent être pris en considération.

[5] Le fonctionnement correct et optimisé des systèmes de mesure et d'examen en médecine nucléaire doit être garanti par un programme d'assurance de qualité au sens des art. 58 à 61.

[6] Durant l'examen de médecine nucléaire, le patient doit pouvoir être maintenu sous observation.

Art. 50 Enregistrement des applications de rayonnements

[1] Les applications de sources radioactives non scellées à des fins diagnostiques ou thérapeutiques doivent être consignées pour chaque patient conformément à l'art. 44 ORaP.

[2] Pour l'enregistrement des applications diagnostiques à l'aide d'installations à rayons X dans le cas des appareils hybrides tels que les TEP-CT et les SPECT-CT, les dispositions de l'ordonnance du … sur les rayons X[5] s'appliquent également.

[3] Les données enregistrées sont à conserver conformément aux dispositions applicables au dossier du patient, ou durant au moins 20 ans pour les applications thérapeutiques et au moins 10 ans pour les examens diagnostiques.

Art. 51 Application de sources radioactives non scellées

[1] L'application de sources radioactives non scellées à des fins diagnostiques et thérapeutiques ambulatoires doit s'effectuer dans une salle d'application.

[2] L'application de sources radioactives non scellées pour les thérapies hospitalières doit s'effectuer dans la chambre du patient ou dans un local d'application situé le plus près possible.

Art. 52 Traitements ambulatoires et hospitaliers

[1] Les patients traités avec des sources radioactives non scellées doivent être placés dans des chambres séparées et isolés des autres patients, en respectant l'art. 54.

[2] Les patients soumis à thérapie ambulatoire à l'iode-131 peuvent recevoir jusqu'à 200 MBq. Si l'application est supérieure à 200 MBq, les patients doivent être placés, après le traitement, dans une chambre visée à l'al. 1 pendant au moins 48 heures.

[3] L'OFSP peut, dans des cas particuliers, admettre des traitements ambulatoires à l'iode-131 jusqu'à 400 MBq si des raisons sociales et médicales le justifient et que l'on peut démontrer que l'exposition au rayonnement est inférieure à 1 mSv par an pour les tiers et à 5 mSv par cas pour le personnel soignant à titre non professionnel.

[4] Le titulaire de l'autorisation doit communiquer chaque année à l'autorité de surveillance quels traitements hospitaliers et ambulatoires (nucléide, nombre de jours d'hospitalisation et pathologie) ont été réalisés.

[5] Les applications répétées de plus petites activités de iode-131 dans le but d'éviter l'hospitalisation, indépendamment de la durée de l'intervalle, ne sont pas justifiées, ni du point de vue de la radioprotection, ni du point de vue médical, et ne sont donc pas admises.

5 RS **814.542.1**

Art. 53 Excréments des patients

[1] Les excréments des patients hospitalisés auxquels ont été administrées des sources radioactives non scellées à des fins thérapeutiques doivent être considérés comme des sources radioactives non scellées. Les excréments contaminés doivent être retenus conformément aux art. 26 et 29.

[2] Les excréments de patients traités en ambulatoires ayant quitté le secteur contrôlé ne doivent pas faire l'objet d'un contrôle particulier.

Art. 54 Sortie après une thérapie avec des substances radioactives

[1] Les patients hospitalisés soumis à un traitement radiothérapeutique ne peuvent sortir du secteur contrôlé que si l'exposition aux rayonnements pour les tiers ne dépasse pas 1 mSv par an et, pour les personnes qui dispensent des soins à titre non professionnel, 5 mSv par cas.

[2] Pour les patients traités à l'iode-131, on peut supposer que l'exigence fixée à l'al. 1 est satisfaite si le débit de dose ambiante à 1 m du patient est inférieur à 10 µSv par heure, à condition que les dispositions de radioprotection exigées après la sortie soient respectées.

[3] L'OFSP peut accorder des dérogations à l'al. 2 dans des cas d'espèce, lorsqu'une sortie est nécessaire pour des raisons médicales ou sociales. Le médecin responsable doit déposer une demande dans chaque cas et apporter la preuve (par exemple, situation personnelle du patient) que les membres de la famille et les tiers ne sont pas en danger ou qu'ils ne peuvent pas être irradiés de manière inadmissible.

[4] Avant la sortie, le médecin responsable est tenu d'expliquer au patient, lors d'un entretien personnel, les règles de comportement à adopter par les proches et les tiers en matière de radioprotection. Le patient doit en outre recevoir une instruction écrite sur le comportement à observer pendant une période adéquate et un certificat indiquant la nature et la quantité du produit radiopharmaceutique administré ainsi que le débit de dose à 1 m de distance au moment de la sortie.

Art. 55 Traitement de cadavres contenant des substances radioactives

[1] Si un patient décède en cours de thérapie avec des sources radioactives, le médecin responsable du traitement observe la procédure fixée dans l'annexe 4, dans le respect de la piété et de la protection de la personnalité du défunt. Il communique les dispositions prises et toutes les données importantes à l'expert en radioprotection; ce dernier les communique à l'OFSP.

[2] Un cadavre peut être transporté dans un véhicule usuel, sans que des mesures particulières soient prises, pour autant que les activités fixées à l'al. 3 ne soient pas dépassées.

[3] L'incinération et l'inhumation d'un cadavre sont admissibles jusqu'aux activités maximales suivantes:

a. inhumation: activité inférieure à 10 000 LA indiquée à l'annexe 3, colonne 10, ORaP;

b. incinération: activité inférieure à 1000 LA indiquée à l'annexe 3, colonne 10, ORaP.

[4] Si les critères indiqués à l'al. 3 ne sont pas remplis, l'activité doit être réduite au moins aux valeurs susmentionnées, par résection des organes critiques ou par stockage du cadavre au froid.

Section 4 Mesures opérationnelles pour l'utilisation de sources scellées et d'unités d'irradiation

Art. 56 Utilisation et exploitation

[1] Lorsqu'elles ne sont pas utilisées, les sources radioactives scellées doivent être conservées dans un récipient de protection.

[2] Les unités d'irradiation doivent être protégées contre la mise en service non autorisée.

[3] Les dimensions du secteur surveillé pour l'engagement mobile d'unités d'irradiation à l'extérieur de locaux d'irradiation doivent être fixées de sorte que les doses ambiantes suivantes ne soient pas dépassées:

a. 0,02 mSv en une semaine à l'intérieur des bâtiments;

b. 0,1 mSv en une semaine en plein air.

Art. 57 Engagement mobile d'unités d'irradiation hors de locaux d'irradiation pour les essais non destructifs de matériaux

[1] Pour l'engagement mobile d'unités d'irradiation, les équipements spéciaux suivants doivent être mis à disposition:

a. du matériel de balisage (piquets, cordes, etc.);

b. des panneaux de signalisation, des feux clignotants;

c. le cas échéant, du matériel de blindage (p. ex., écrans de protection);

d. pour chacune des personnes participant à l'engagement, un dosimètre avertisseur acoustique;

e. en outre, un instrument de mesure du débit de dose avec affichage direct;

[2] Le faisceau primaire de la source en position d'irradiation doit être limité, à l'aide d'un collimateur, à la dimension du champ requise.

[3] Durant un engagement mobile, une deuxième personne professionnellement exposée aux radiations doit être présente sur place. Cette personne doit être formée de sorte qu'elle soit à même d'utiliser les unités d'irradiation conformément aux règles de radioprotection et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires à la maîtrise des défaillances.

[4] Le secteur surveillé doit être barré de tous côtés. Il faut vérifier à l'aide d'un instrument de mesure du débit de dose ambiante si, en prenant en considération la

fréquence hebdomadaire d'exploitation, la valeur directrice de la dose ambiante n'est pas dépassée au niveau de la barrière. La fréquence d'exploitation utilisée pour ce calcul doit être d'une heure par semaine au minimum.

[5] Lors de chaque engagement d'une unité d'irradiation, on est tenu de contrôler à l'aide d'un instrument de mesure du débit de dose si la sortie de la source radioactive et son retour dans le récipient de travail se sont déroulés correctement.

[6] Lorsque, pour des raisons techniques ou organisationnelles, il n'est pas possible d'interdire l'accès au secteur surveillé de sorte que les limites de la dose ambiante hebdomadaire ne soient pas dépassées (p. ex., route ouverte à la circulation), le contrôle ne peut être effectué qu'après l'assentiment de l'autorité de surveillance.

Chapitre 4 Assurance de la qualité, contrôle et maintenance

Section 1 Disposition générales

Art. 58 Instructions d'utilisation et documentation

[1] Le titulaire de l'autorisation doit s'assurer que, pour chaque système de mesure et d'examen en médecine nucléaire ainsi que pour chaque unité d'irradiation, les instructions d'utilisation, rédigées dans la langue usuelle de l'entreprise, soient disponibles en tout temps. Celles-ci doivent contenir au moins les informations suivantes:

a. instructions pour l'exploitation conforme de l'installation;

b. instructions concernant les contrôles périodiques, la maintenance et les ajustements requis de l'installation;

c. instructions pour la réparation de pannes.

[2] Le titulaire de l'autorisation doit s'assurer que, pour chaque système de mesure et d'examen en médecine nucléaire ainsi que pour chaque unité d'irradiation, les documents suivants au moins soient disponibles:

a. autorisation de l'OFSP concernant l'aménagement et l'exploitation de l'installation;

b. procès-verbaux de tous les contrôles effectués;

c. certificat des sources dans le cas d'unités d'irradiation;

d. plans de radioprotection et bases de calcul pour les locaux d'irradiation.

Section 2 Assurance de la qualité lors des applications en médecine nucléaire

Art. 59 Principes

[1] Les prescriptions de l'ordonnance du 17 octobre 2011 sur les dispositifs médicaux (ODim)[6] sont applicables à la mise sur le marché des systèmes de mesure et d'examen en médecine nucléaire.

[2] Les exigences de base concernant l'extension et la fréquence des mesures d'assurance de qualité sur les instruments de mesure et les systèmes d'examen de médecine nucléaire visés à l'art. 112 ORaP doivent prendre en considération l'expérience et l'état de la science et de la technique. A cet effet, il y a lieu de prendre en compte:

a. les normes nationales et internationales correspondantes;

b. les directives de l'OFSP.

[3] Les résultats des contrôles de qualité doivent être consignés et conservés dans le dossier de l'installation visé à l'art. 58.

[4] A l'occasion du test de réception et du contrôle d'état, les valeurs de référence des contrôles de stabilité doivent être déterminées et consignées.

[5] L'entreprise qui possède une autorisation visée à l'art. 21, al. 1, let. c, ORaP pour l'exécution de mesures d'assurance de qualité communique à l'OFSP l'exécution et le résultat des tests de réception et des contrôles d'état.

[6] L'autorité de surveillance fixe la forme de la communication.

Art. 60 Instruments de mesure pour la détermination de l'activité

[1] Des instruments de mesure de l'activité (activimètres) doivent être à disposition et utilisés afin de vérifier le dosage des sources radioactives non scellées avant leur application à l'être humain.

[2] Avant leur mise en service et afin de s'assurer qu'ils ont été installés correctement, les activimètres doivent être soumis à un test de réception par le fournisseur.

[3] La mise sur le marché et le contrôle de la stabilité de mesure des activimètres est régie par l'art. 12 de l'ordonnance du DFJP du 7 décembre 2012 sur les instruments de mesure des rayonnements ionisants[7].

[4] Le titulaire de l'autorisation veille à l'entretien des activimètres en les soumettant au moins tous les six ans à une maintenance réalisée par un technicien qualifié et, à l'issue de cette maintenance, à un contrôle d'état.

[5] La stabilité des activimètres doit être vérifiée régulièrement. A cette fin, des sources de contrôle adéquates doivent être disponibles.

6 RS **812.213**
7 RS **941.210.5**

Art. 61 Systèmes d'examen de médecine nucléaire

[1] Lors de leur mise en service, les systèmes d'examen de médecine nucléaire doivent être soumis à un test de réception réalisé par le fournisseur.

[2] Le titulaire de l'autorisation veille à l'entretien des systèmes d'examen de médecine nucléaire en les soumettant tous les six mois à une maintenance réalisée par un technicien qualifié autorisé et, à l'issue de cette maintenance, à un contrôle d'état.

[3] Les systèmes d'examen de médecine nucléaire doivent être contrôlés régulièrement quant à leur stabilité. A cet effet des moyens de contrôle adéquats doivent être disponibles.

[4] Dans le cas de l'assurance de qualité des appareils hybrides tels que les TEP-CT ou les SPECT-CT, les dispositions de l'ordonnance sur les rayons X[8] sont en outre applicables.

Art. 62 Préparation et synthèse de produits radiopharmaceutiques

[1] Les produits radiopharmaceutiques présentant un risque élevé ci-après doivent être préparés et synthétisés sous la direction d'un responsable technique. Celui-ci doit satisfaire aux exigences professionnelles visées à l'art. 5, al. 4, let. d, de l'ordonnance du 17 octobre 2001 sur les autorisations dans le domaine des médicaments (OAMéd)[9]

a. les produits radiopharmaceutiques pour la thérapie provenant de trousses de marquage;

b. les produits radiopharmaceutiques pour la tomographie par émission de positrons (TEP) non autorisés;

c. les produits radiopharmaceutiques qui sont produits sur place.

[2] Les produits radiopharmaceutiques suivants peuvent être préparés et synthétisés sous la direction d'une personne qui ne remplit pas les exigences professionnelles visées à l'art. 5, al. 4, let. d, OAMéd, mais qui a été formée par un responsable technique habilité:

a. les produits radiopharmaceutiques thérapeutiques autorisés provenant de trousses de marquage;

b. les produits radiopharmaceutiques diagnostiques autorisés provenant de trousses de marquage à des fins commerciales ;

c. les produits radiopharmaceutiques non autorisés tels que les trousses de marquage au technétium-99 ou les générateurs.

[3] Pour la préparation et la synthèse de produits radiopharmaceutiques diagnostiques autorisés provenant de trousses de marquage, tels que les trousses de marquage au technétium-99m ou les générateurs, une instruction par un responsable technique, visé à l'art. 63, al. 3 ORaP n'est pas nécessaire.

8 RS **814.542.1**
9 RS **812.212.1**

[4] La préparation et la synthèse des produits radiopharmaceutiques doivent s'effectuer dans un secteur de travail (laboratoire des radioisotopes), en dehors des locaux d'application et des chambres de patients.

[5] Pour respecter les règles pharmaceutiques requises et les exigences en matière d'environnement, la préparation et la synthèse de produits radiopharmaceutiques stériles doivent tenir compte de l'expérience et de l'état de la science et de la technique. A cet effet, il y a lieu de prendre en compte:

a. les normes nationales et internationales correspondantes;

b. les directives de l'OFSP.

Art. 63 Assurance de la qualité des produits radiopharmaceutiques

[1] Lorsque des produits radiopharmaceutiques sont livrés prêts à l'emploi, seules les mesures d'assurance de qualité qui n'ont pas été effectuées par le fabricant doivent être réalisées sur place.

[2] L'activité des produits radiopharmaceutiques doit être contrôlée, avant leur administration, avec un instrument de mesure visé à l'art. 60. La précision du dosage lors de l'administration doit en principe garantir que l'activité soit située à +/- 10% de la valeur de référence.

[3] La qualité des produits radiopharmaceutiques doit être contrôlée avant leur application à l'être humain conformément à l'art. 59 ORaP. A cet effet, il y a lieu de prendre en compte:

a. l'information technique du fabricant ;

b. les normes nationales et internationales correspondantes;

c. les directives de l'OFSP.

Art. 64 Engagement de physiciens médicaux

[1] Lors des applications de médecine nucléaire, des physiciens médicaux doivent être associés de manière étroite, conformément à l'art. 47 ORaP. A cet effet, il y a lieu de tenir compte des recommandations nationales et internationales.

[2] Les valeurs suivantes sont applicables à l'extension minimale de l'engagement par installation:

a. caméra gamma: 3 jours par année;

b. SPECT-CT: 5 jours par année;

c. TEP-CT: 6 jours par année.

[3] L'autorité de surveillance peut, au cas par cas, ordonner l'engagement d'un physicien médical pour une période plus longue que les engagements minimaux prescrits à l'al. 2 si l'expérience ou l'état de la science et de la technique ainsi que les autres principes de la radiprotection le commandent.

[4] L'autorité de surveillance peut admettre au cas par cas l'engagement de moins de physiciens que celui qui est requis à l'al. 1 si des mesures appropriées garantissent que le risque radiologique reste le même.

Section 3 Assurance de la qualité lors de l'exploitation de sources scellées et d'unités d'irradiation

Art. 65 Sécurité et entretien

[1] L'état et l'étanchéité des sources radioactives scellées doivent être contrôlés à intervalles réguliers et avec des méthodes adéquates. La méthode de contrôle et les résultats doivent faire l'objet sd'un procès-verbal.

[2] Les unités d'irradiation doivent être entretenues selon les indications du fabricant ou du fournisseur, et faire l'objet d'un contrôle d'état. Les résultats des contrôles doivent faire l'objet d'un procès-verbal.

[3] Le fonctionnement conforme aux dispositions des systèmes de sécurité des unités d'irradiation doit être contrôlé par l'exploitant selon les indications du fabricant, et les résultats doivent faire l'objet d'un procès-verbal.

Chapitre 5 Dispositions finales

Art. 66 Abrogation d'autres actes

L'ordonnance du 21 novembre 1997 sur l'utilisation de sources radioactives non scellées[10] est abrogée.

Art. 67 Autorisations existantes

[1] Les titulaires d'autorisations pour l'utilisation de sources radioactives, délivrées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, doivent:

a. respecter les prescriptions de la présente ordonnance lors de l'utilisation de sources radioactives;

b. adapter aux nouvelles prescriptions, dans un délai de trois ans, les mesures techniques et architecturales prises avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, dans la mesure où l'al. 3 n'en dispose pas autrement.

[2] L'al. 1, let. b, s'applique notamment:

a. aux mesures de sécurité applicables aux sources radioactives visées à l'art. 4;

b. à la signalisation des secteurs surveillés et contrôlés visée à l'art. 41, al. 1.

10 [RO **1977** 2923**]**

[3] L'exigence fixée à l'art. 28, al. 4, ne s'applique pas aux installations SPECT-CT et TEP-CT mises en service avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance et pour lesquels le local de commande n'est séparé et protégé de la salle de radiologie que par une paroi de protection.

Art. 68 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le….

Département fédéral de l'intérieur:

Alain Berset

Annexe 1
(art. 1, al. 2)

Définitions

Remarque préliminaire

Les définitions sont données par ordre alphabétique.

Activimètre

Instrument de mesure pour la détermination de l'activité de certaines sources radioactives non scellées à usage médical.

Activité résiduelle

Quantité de substances radioactives subsistant à un moment donné sur un matériau ou un corps après qu'une quantité antérieure plus élevée eut été réduite à la suite de processus physiques, chimiques et biologiques ou de mesures de décontamination.

Compartiments coupe-feu
Les compartiments coupe-feu sont des parties de bâtiments et d'installations qui sont séparées entre elles par des parties de construction résistant au feu. Les parties de construction formant un compartiment coupe-feu sont des parties de construction qui cloisonnent des locaux, telles que les murs coupe-feu, les parois et planchers formant compartiment coupe-feu, les fermetures coupe-feu et les obturations. Elles doivent limiter le passage du feu, de la chaleur et de la fumée.

Contamination

Etat de souillure d'un matériel par des substances radioactives. En ce qui concerne les personnes, on distingue la contamination externe et la contamination interne.

Contamination de surface

Souillure d'une surface par des substances radioactives. Elle comprend l'activité non fixée, celle qui est fixée et celle qui a pénétré à travers la surface. L'unité de cette grandeur est l'activité surfacique, mesurée en Bq/cm^2.

Contrôle de stabilité

Contrôle, à intervalles réguliers, de paramètres dans le but de mettre en évidence des écarts par rapport à des valeurs de référence.

Contrôle d'état

Contrôle de l'état d'un produit pendant son utilisation pour s'assurer qu'il satisfait aux exigences requises. Le contrôle d'état est la dernière étape de la révision et est effectué, par conséquent, pendant ou immédiatement après celle-ci.

Décontamination

Elimination ou diminution d'une souillure par des substances radioactives.

Dispositif de protection totale

Blindage d'une installation de production de rayonnement ionisant ou d'une unité contenant des sources radioactives scellées, qui confine complètement les rayonnements primaire, diffusé et parasite produits lors de l'exploitation de l'installation de sorte que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface soit inférieur à 1 µSv par heure et que les limites de dose applicables aux membres du public ne puissent être dépassées à aucun endroit accessible.

Emplacement pour se changer

Un emplacement pour se changer délimite clairement les secteurs potentiellement contaminés de ceux qui qui ne le sont pas, par exemple, par une barrière.

Enceinte de l'entreprise

L'enceinte de l'entreprise comprend tout le terrain occupé par une installation nucléaire, un centre de recherche ou un établissement médical.

Essais en plein champ

Etudes ou expériences scientifiques limitées dans le temps, réalisées dans la nature ou dans des installations techniques à l'extérieur de zones contrôlées fixes.

Etalonnage

Détermination de la relation entre la valeur réelle de la grandeur à mesurer et la valeur indiquée par l'appareil. Un ajustage peut être judicieux si les écarts sont trop importants.

Dispositif de protection totale

Blindage, d'une installation de production de rayonnement ou d'une unité d'irradiation, qui confine complètement les rayonnements primaire, diffusé et parasite produits lors de l'exploitation de l'installation de sorte que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface soit inférieur à 1 µSv par heure et que les limites de dose applicables aux membres du public ne puissent être dépassées à aucun endroit accessible.

Installation de contrôle des eaux usées

Installation destinée à empêcher l'évacuation incontrôlée des liquides radioactifs provenant des secteurs contrôlés dans les égouts avec les eaux usées.

Intercomparaison

Mesure effectuée à l'aide de différents appareils ou méthodes de mesure des rayonnements dans les mêmes conditions d'irradiation ou avec les mêmes sources radioactives dans le but d'obtenir des résultats comparables, notamment par la détermination des déviations des valeurs prescrites et par le calcul de facteurs de correction.

Lieu de stockage

Les lieux de stockage de sources radioactives sont des locaux, des installations ou des récipients servant à entreposer des sources radioactives dont l'activité est supérieure à la limite d'autorisation visée à l'annexe 3, colonne 10, ORaP, par exemple

salle réservée, armoire, coffre-fort, étagère, congélateur ou compartiment frigorifique, conteneur blindé, récipient de transport, etc.

Local d'irradiation

Local dans lequel une unité d'irradiation non munie d'un dispositif de protection totale est exploitée. Le local d'irradiation est blindé de sorte que, dans les secteurs avoisinants, les valeurs directrices de la dose ambiante peuvent être respectées.

Moniteur de contrôle de la contamination des mains

Appareil de mesure destiné à déterminer la contamination à la surface des mains ne nécessitant aucune manipulation. Cet appareil est équipé de 1 à 2 détecteurs de grande surface (min. 100 cm^2).

Moniteur de contrôle de la contamination des mains et des pieds

Appareil de mesure destiné à déterminer la contamination à la surface des mains et des pieds, comprenant deux sondes d'une surface minimale de 150 cm^2 pour les mains et une à deux sondes d'une surface totale d'au moins 1000 cm^2 pour les pieds.

Moniteur de personnes

Appareil de mesure destiné à déterminer la contamination à la surface des mains et des pieds, le cas échéant, avec des sondes de mesure supplémentaires pour les autres parties du corps.

Moyens de protection personnelle

Moyens auxiliaires pour la protection contre les contaminations externes et internes ainsi que l'irradiation directe de personnes qui utilisent des sources radioactives, notamment gants, protège-chaussures, vêtements de laboratoire, masques, lunettes de protection, vêtements de protection, instruments de manipulation, brucelles, manipulateurs à distance, paravents et blindages mobiles.

Résistance au feu

Evaluation de parties d'une construction (limites des locaux) en fonction de leur comportement au feu, notamment de la durée de leur résistance au feu au sens de à la directive AEAI[11].

Secteur contrôlé

Secteur visé à l'art. 92 ORaP dans lequel des mesures de protection et des dispositions de sécurité spécifiques sont à prendre pour éviter l'exposition aux radiations par inhalation, incorporation, irradiation externe ou dispersion d'une contamination.

11 Directive de protection incendie du 26.3.2003 (12-03fr), état au 20.10.2008, de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI). Cette directive et la norme associée (1-03fr) peuvent être obtenues auprès de l'AEAI, Bundesgasse 20, case postale, CH-3001 Berne ou peut être consultée sur Internet à l'adresse suivante: www.vkf.ch (courriel : mail@vkf.ch).

Secteur de travail

Tous les locaux ou secteurs délimités visés à l'art. 95 ORaP, dans lesquels sont utilisées des sources radioactives non scellées supérieures à la limite d'autorisation selon l'annexe 3, colonne 10, ORaP. Il s'agit notamment des laboratoires dans lesquels sont utilisés des radionucléides, des salles d'attente et de repos pour les patients auxquels des sources radioactives non scellées ont été administrées ainsi que des salles d'application et des chambres de patients soumis à un traitement radiothérapeutique. Selon les activités utilisées, on distingue les types A, B et C.

Stockage

Conservation de substances radioactives sous contrôle avec protection contre une exposition inutile aux rayonnements et accès interdit aux personnes non autorisées.

Système de documentation de l'image

Système permettant l'impression (par exemple, une imprimante) d'images médicales sous forme de niveaux de gris. Pour les systèmes analogiques, la notion inclut aussi les appareils de développement des films (systèmes à lumière du jour ou à chambre noire).

Système de restitution de l'image

Unité fonctionnelle comprenant un écran pour la présentation des images ayant subi un traitement.

Test de réception

Contrôle qu'un produit a été installé de sorte que la radioprotection soit garantie lors de sa mise en service et son exploitation.

Test non destructif de matériaux

Analyse de la qualité ou de la structure d'un objet par radiographie (analyse de macrostructures).

Unité d'irradiation

Appareil utilisé à des fins d'irradiation qui contient une source radioactive scellée. La source radioactive est enfermée dans un blindage avec lequel elle est reliée mécaniquement dans chaque mode de fonctionnement.

Vérification

Contrôle et attestation officiels certifiant qu'un instrument de mesure des rayonnements satisfait aux prescriptions légales.

Zones

Secteurs visés à l'art. 96 ORaP dans lesquels des contaminations de surface ou de l'air sont possibles. La subdivision se base en fonction du taux de contaminations des surfaces ou de l'air, réelles ou attendues.

Annexe 2
(art. 5, 21, 28, al. 1 et 3)

Valeurs directrices pour les débits de dose ambiante lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées

(Les valeurs directrices pour les contaminations sont indiquées à l'annexe 3, colonne 11, ORaP)

1. Valeurs directrices du débit de dose ambiante

   a. Les valeurs limites de dose pour les personnes en cas d'irradiation externe, valeurs fixées par l'ordonnance sur la radioprotection, sont considérées comme respectées lorsque les valeurs directrices de débit de dose ambiante indiquées dans le tableau suivant ne sont pas dépassées (les valeurs directrices doivent être considérées comme valeurs nettes, après déduction du bruit de fond naturel). L'obligation pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession de se soumettre à la dosimétrie individuelle n'est pas levée de ce fait.

Endroit concerné	Endroit où séjournent des personnes	Valeur directrice en µSv par heure
à l'intérieur d'un secteur contrôlé:		
à l'intérieur de secteurs de travail ou de zones	– lieux accessibles avec limitations de séjour et marquage correspondant	–
	– lieux accessibles sans limitations de séjour spéciales	< 10
	– postes de travail aménagés de manière fixe	< 5
à l'extérieur de secteurs de travail ou de zones	– dans des locaux contigus à des secteurs de travail	< 2,5
à l'intérieur ou à l'extérieur de secteurs de travail ou de zones	– lieux non prévus pour un séjour durable tels que toilettes, salles d'attente, vestiaires, locaux d'archivage et de stockage sans poste de travail, guichets, couloirs, escaliers, cages d'ascenseur, dans une chambre de patient: à l'arrière d'un blindage fixe aménagé le long du lit	< 25

Endroit concerné	Endroit où séjournent des personnes	Valeur directrice en µSv par heure
à l'extérieur d'un secteur contrôlé:		
à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise	– lieux prévus pour un séjour durable, tels que chambres de patients dans les hôpitaux, appartements du personnel d'entreprise, logements réservés à des hôtes, etc.	< 0,1
	– postes de travail aménagés de manière fixe	< 0,5
	– lieux non prévus pour un séjour durable, tels que toilettes, salles d'attente, vestiaires, locaux d'archivage et de stockage sans postes de travail, guichets, couloirs, escaliers, cage d'ascenseur et autres terrains d'exploitation	< 2,5
à l'extérieur de l'enceinte de l'entreprise	– en général, notamment locaux d'habitation, de séjour, de travail	< 0,1
	– lieux non prévus pour un séjour durable tels qu'espaces verts et de circulation, chantiers, etc.	< 0,5

b. Lorsque la valeur directrice ne peut être diminuée par des mesures de construction (blindage, écran), le titulaire de l'autorisation doit prouver à l'autorité de surveillance, sur la base d'une analyse particulière et individuelle de la situation donnée, que le respect de la valeur limite de dose est garanti.

2. Utilisation à court terme d'une source radioactive dans le délai d'une semaine

Lorsqu'une source radioactive est appliquée à court terme, pour une durée limitée, et que la radioactivité peut être contrôlée, les débits de dose en µSv par heure peuvent être augmentés en conséquence, pour autant qu'aux endroits où des personnes peuvent séjourner pendant cette période, la moyenne hebdomadaire des doses ambiantes ne dépasse pas 100 µSv à l'intérieur des secteurs contrôlés et 20 µSv à l'extérieur de ceux-ci (100 µSv dans des lieux non prévus pour un séjour durable).

Annexe 3
(art. 42)

Méthodes de travail

1. Toutes les opérations avec des liquides radioactifs seront effectuées dans des bacs de rétention appropriés ou sur des surfaces de travail revêtues d'un matériel absorbant.
2. Des contrôles par échantillonnage de la contamination des surfaces de travail et des sols doivent être effectués au moins une fois par semaine.
3. Afin d'éviter la contamination ou l'incorporation, on portera toujours des gants appropriés lors de la manipulation de sources radioactives non scellées. Après chaque manipulation, la contamination des mains doit immédiatement être contrôlée.
4. Des travaux tels que le soufflage du verre, la soudure, la brasure et les transformations mécaniques de matériaux contaminés qui produisent de la vapeur ou de la poussière radioactive, ne peuvent être effectués qu'en présence d'un dispositif d'aspiration efficace. Il y a lieu de prendre des précautions supplémentaires si l'aspiration n'empêche pas l'inhalation de vapeur ou de poussières radioactives.
5. Lors de la manipulation d'émetteurs gamma, d'émetteurs de positrons et d'émetteurs bêta de haute énergie, on utilisera, afin d'éviter des doses aux extrémités, des blindages adéquats et des pinces, des dispositifs de préhension ou des brucelles afin d'augmenter la distance entre la source radioactive et les mains.
6. Lors de travaux avec des sources radioactives non scellées, aucun objet ne doit être porté à la bouche. Il est notamment interdit d'introduire des denrées alimentaires, des boissons, du tabac ou des cosmétiques dans les secteurs de travail et les zones de type I à IV.
7. Le matériel et les objets ne peuvent être sortis d'un secteur contrôlé et réutilisés à d'autres fins que lorsque les conditions pour la libération fixées à l'art. 118 ORaP sont remplies.
8. Avant le début de travaux de nettoyage, de révision et de réparation dans un secteur de travail ainsi que dans les systèmes d'eaux usées et d'air vicié, un expert en radioprotection examinera s'il y a eu contamination. Le cas échéant, des mesures appropriées seront prises pour empêcher une irradiation ou une contamination inutile ou inadmissible des personnes.
9. Avant le début des travaux avec des sources radioactives non scellées qui peuvent conduire à des contaminations supérieures aux valeurs directrices indiquées à l'annexe 3, colonne 12, ORaP, le matériel nécessaire à la décontamination doit être à disposition.
10. Dans les secteurs de travail des types A et B, toute utilisation de sources radioactives non scellées, quel que soit l'état physique de ces dernières,

s'effectuera dans des cellules à dépression si l'activité est supérieure d'un facteur 10 000 à la limite d'autorisation. Dans des cas d'espèce, après consultation de l'autorité de surveillance, une manipulation présentant un faible risque d'incorporation pourra s'effectuer sous une hotte d'aspiration.

11. Il y a lieu de prendre toutes les mesures propres à empêcher la contamination de s'étendre. Avant de quitter un secteur de travail, chaque personne doit se soumettre à un contrôle de contamination et, le cas échéant, à une décontamination.

12. Le titulaire de l'autorisation doit surveiller les secteurs de travail du type A également en dehors de l'horaire de travail (par exemple rondes de contrôle, témoins et signaux dans les centrales de surveillance).

13. En cas de contamination de la peau ou d'incorporation, les mesures utiles doivent être prises immédiatement et l'expert en radioprotection doit en être informé. Celui-ci décide des mesures à prendre et, le cas échéant, fait appel à un médecin compétent en la matière.

Annexe 4
(art. 55, al. 1)

Dissection et inhumation de cadavres

La procédure suivante est applicable aux patients décédés durant la thérapie:

1. L'expert en radioprotection se charge de déterminer l'activité résiduelle du corps.
2. Pour toutes les opérations effectuées sur le corps, telles que levée de corps, stockage, autopsie, préparation à l'inhumation, etc., un expert en radioprotection visé à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP veille à ce qu'aucune personne ni aucun endroit ne soient contaminés et que les doses de rayonnements auxquelles toutes les personnes concernées sont exposées soient les plus faibles possibles. A cet effet, il ordonne les modes de travail appropriés et l'utilisation des moyens auxiliaires adéquats. En outre, il effectue des mesures de contamination après la fin des travaux et ordonne, le cas échéant, des travaux de décontamination.
3. Dans le cas de personnes qui ont été traitées aux émetteurs gamma, l'expert en radioprotection décide, le cas échéant, de limiter le séjour à proximité du corps et prend les dispositions nécessaires à cet égard. Le lieu d'entreposage du corps doit être désigné et porter la mention du nucléide et de l'activité.
4. Pour la résection des organes critiques, il y a lieu de prévoir un local avec une table de dissection et un sol facilement décontaminables. Le pathologue doit être informé par un expert en radioprotection visé à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP sur le mode de travail approprié afin d'éviter les contaminations de personnes et de matériel. Le cas échéant, la dose reçue sera contrôlée à l'aide d'un dosimètre à lecture directe. L'expert en radioprotection contrôle la contamination du pathologue et du poste de travail à la fin des travaux. Les organes contaminés radioactivement qui ont été prélevés seront traités conformément aux prescriptions relatives aux déchets radioactifs (art. 119 à 134 ORaP).
5. L'expert en radioprotection visé à l'art. 9, al. 1, let. c, ORaP informe le personnel chargé du traitement et de l'inhumation du cadavre des modes de comportement particuliers à adopter et ordonne, le cas échéant, leur dosimétrie avec un dosimètre à lecture directe.

Annexe 5
(art. 10, 11, al. 4, 13, 16 al. 1)

Secteurs de travail et les zones: exigences architecturales

Exigence	Secteur de travail			Zone			
	A	B	C	I	II	III	IV
Résistance au feu [min] [12].[13].							
Sol, parois, plafond	90	60	30	Concept de protection contre l'incendie Directive IFSN HSK-R-50			
Portes, fenêtres intérieures	60	30	30				
Passages à travers les parois, les sols et les plafonds	90	60					
Clapet coupe-feu pour l'amenée d'air et son évacuation	x[14]	x				Directive IFSN HSK-R-50	

12 Directive de protection incendie du 26.3.2003 (12-03fr), état au 20.10.2008, de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie(AEAI). Cette directive et la norme associée (1-03fr) peuvent être obtenues auprès de l'AEAI, Bundesgasse 20, case postale, CH-3001 Berne ou peut être consultée sur Internet à l'adresse suivante: www.vkf.ch (courriel : mail@vkf.ch).

13 Classe de résistance au feu: « EI » pour les structures non portantes, « REI » pour les structures portantes

14 Pour tout le tableau « x » signifie « exigé »

Exigence	**Secteur de travail**			**Zone**			
	A	**B**	**C**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Travail de décontamination							
Parois	revêtement continu et imperméable		peinture lavable	revêtement continu et imperméable			
Transition sol-paroi	revêtement du sol relevé de 10 cm		étanchéifiée	revêtement du sol relevé de 10 cm			
Sols, surface de travail	revêtement continu et imperméable						
Ancrages au sol	étanchéifié						
Accès							
Emplacement pour se changer		x					
Vestiaire	x			x	x	x	x
Douche de décontamination	x			x	x	x	x
Poste de décontamination							
Lavabo à proximité de la sortie	x[15]	x	x	x	x	x	x
Robinet et distributeur de savon pouvant être actionnés autrement qu'avec les mains	x	x	x	x	x	x	x
Essuie-mains à usage unique	x	x	x	x	x	x	x

[15] Pour tout le tableau « x » signifie « exigé »

Ventilation/filtres							
Ventilation suffisante (fenêtre)			x	x			
Ventilation artificielle	x	x			x	x	x
Au moins 5 changements d'air par heure	x	x			x	x	x
En dépression par rapport aux locaux avoisinants	x	x			x	x	x
Dépression garantie en cas d'interruption du réseau électrique	x				x	x	x
Filtration de l'air vicié des hottes d'aspiration	x	x			x	x	x
Filtration de l'air évacué	x						x

Annexe 6
(art. 38, al. 1)

Instruments de mesure des rayonnements ionisants: équipement minimal exigé

Lors de l'utilisation de sources radioactives scellées ou non scellées on doit disposer, en fonction du type d'application et de l'activité, d'instruments de mesure pour le contrôle du débit de dose ambiante et de la contamination des surfaces.

Domaine d'application, activité	**Equipement minimal**	**Remarques**
Secteur de travail isolé de type C	- moniteur de contrôle de la contamination des mains placé à la sortie	Pas nécessaire lors d'une utilisation exclusive de H-3 (dans ce cas les contrôles de contamination doivent s'effectuer à l'aide de frottis évalués dans un compteur □)
(y compris salle d'application / chambre de patient destinée à la thérapie)	- instrument de mesure du débit de dose dans le cas de l'utilisation d'émetteurs gamma	
Secteur de travail isolé de type B/A	- moniteur de contrôle de la contamination des mains et des pieds/moniteur de personnes placé à la sortie du secteur de travail	
	- moniteur de contamination	
	- instrument de mesure du débit de dose dans le cas de l'utilisation d'émetteurs gamma	
Plusieurs secteurs de travail à l'intérieur d'un secteur contrôlé	- moniteur de contrôle de la contamination des mains et des pieds/moniteur de personnes placé à chaque sortie du secteur de travail	
	- moniteur de contamination dans chaque laboratoire	
	- instrument de mesure du débit de dose dans le cas de l'utilisation d'émetteurs gamma	
	- débitmètre avertisseur personnel	Dans le cas où les valeurs directrices du débit de dose ambiante peuvent être dépassées

Domaine d’application, activité	**Equipement minimal**	**Remarques**
Lieu de stockage	- moniteur de contamination	
	- instrument de mesure du débit de dose dans le cas de l’utilisation d’émetteurs gamma	Disponible à tout moment
Exploitation d’unités d’irradiation pour le test non destructif de matériaux	- instrument personnel de mesure de la radiation avec alarme acoustique;	
	- instrument de mesure du débit de dose;	

Annexe 7
(art. 7, al. 1, let. c)

Exemple de tableau de calcul

Le tableau de calcul doit contenir les informations indiquées ci-dessous:

a. radionucléide utilisé;
b. activité maximale manipulée en Bq;
c. pour les unités d'irradiation, fréquence maximale d'utilisation en heures par semaine;
d. affectation des locaux avoisinant le local d'irradiation ou d'autres secteurs contrôlés;
e. valeurs directrices de la dose ambiante dans les secteurs avoisinants conformément à l'art. 31, al. 2, et annexe 2;
f. distances de la source radioactive au secteur à protéger en indiquant s'il s'agit du rayonnement primaire (RPr) ou du rayonnement parasite (RPa);
g. facteur de réduction nécessaire pour la délimitation du local;
h. matériau utilisé pour la délimitation du local (y compris les portes et les fenêtres), son épaisseur, sa densité et son équivalent en plomb;
i. facteur d'atténuation existant pour la délimitation du local.

a. Radionucléide		b. Activité maximale manipulée [Bq]			c. Fréqu. d'exploitation [h/sem.]			Désignation du local	
Désignation de l'installation:					Etage			Hauteur du local [m]	
Blindage nécessaire					Blindage existant ou planifié				
Pos.	d. Secteur à protéger	e. Valeur directrice du débit de dose ambiante. [mSv/sem]	f. RPr [m]	f. RPa [m]	g. Facteur d'atténuation nécessaire	h. Matériau	h. Densité [kg/m^3]	h. Epaisseur [cm]	i. Facteur d'atténuation existant