

Ordonnance sur la radioprotection (ORaP)

du 26 avril 2017 (Etat le 1^{er} janvier 2018)

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-accidents²,

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:

- a. pour les situations d'exposition planifiée:
 - 1. les autorisations,
 - 2. l'exposition du public,
 - 3. les activités non justifiées,
 - 4. l'exposition médicale,
 - 5. l'exposition professionnelle,
 - 6. la manipulation de sources de rayonnement,
 - 7. la manipulation de déchets radioactifs,
 - 8. 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 manipulent des rayonnements ionisants ou de la radioactivité;
- e. la surveillance et l'exécution;
- f. l'expertise apportée par la Commission fédérale de radioprotection (CPR).

RO 2017 4261

¹ RS 814.50

² RS 832.20

² Elle s'applique, dans toutes les situations d'exposition, au rayonnement ionisant artificiel et naturel.

³ Elle ne s'applique pas:

- a. aux expositions dues aux radionucléides naturellement contenus dans l'organisme humain;
- b. aux expositions au rayonnement cosmique; elle s'applique cependant à l'exposition au rayonnement cosmique du personnel navigant;
- c. aux expositions en surface dues aux radionucléides présents dans la croûte terrestre, dans la mesure où celle-ci n'est pas modifiée par des interventions.

Art. 2 Définitions

¹ 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 rayonnement 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 au sens de l'art. 132;
- 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 et exposition de personnes soignantes à titre non professionnel en médecine humaine et de personnes participant à des projets de recherche sur l'être humain;
- f. *exposition du public*: toute exposition de personnes à l'exception des expositions professionnelles et médicales;
- g. *experts en radioprotection*: experts visés à l'art. 16 LRaP possédant les connaissances, la formation et l'expérience requises en radioprotection afin d'assurer une protection efficace des personnes et de l'environnement; les experts en radioprotection sont chargés de la mise en œuvre des prescriptions légales et de l'élaboration de directives opérationnelles de radioprotection ainsi que de leur contrôle au sein de l'entreprise;

- h. *matières radioactives naturelles (NORM³)*: matières contenant des radionucléides naturels mais aucune substance radioactive artificielle; les matières dans lesquelles les concentrations en activité des radionucléides naturels ont été modifiées involontairement par un processus quelconque sont aussi des NORM; lorsque l'on enrichit des matières radioactives naturelles sciemment, notamment pour utiliser leur radioactivité, elles ne sont plus considérées comme des NORM;
- i. *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;
- j. *limite de libération (LL)*: valeur correspondant à la limite de l'activité spécifique d'une matière en dessous de laquelle sa manipulation n'est plus soumise à autorisation et par conséquent à la surveillance; les valeurs sont indiquées à l'annexe 3, colonne 9;
- k. *limite de libération des NORM (LLN)*: valeur correspondant à la limite de l'activité spécifique des radionucléides naturels dans les NORM en dessous de laquelle ces matières peuvent être rejetées sans restriction dans l'environnement; les valeurs sont indiquées à l'annexe 2;
- l. *limite d'autorisation (LA)*: valeur correspondant à la limite de l'activité absolue d'une matière au-dessus de laquelle sa manipulation est soumise à autorisation; les valeurs en sont indiquées à l'annexe 3, colonne 10; elles ne sont pas applicables aux NORM;
- m. *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;
- n. *source de rayonnement*: matière radioactive ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants;
- o. *matière*: terme générique pour les substances solides, liquides ou gazeuses, les mélanges de substances, les matières premières et les produits finis et objets fabriqués à partir de ces matières premières;
- p. *matière radioactive*: matière qui contient des radionucléides, qui est activée ou contaminée par des radionucléides et qui remplit les conditions suivantes:
 - 1. sa manipulation est soumise à autorisation et à la surveillance conformément à la législation sur la radioprotection ou à celle sur l'énergie nucléaire,
 - 2. sa manipulation n'est pas libérée du régime de l'autorisation et de la surveillance conformément à la législation sur la radioprotection ou à celle sur l'énergie nucléaire;

³ NORM est l'acronyme de *Naturally occurring radioactive material*

- q. *substance radioactive*: terme ayant la même signification que «matière radioactive»;
 - r. *source radioactive*: matière radioactive utilisée pour ses propriétés radioactives;
 - s. *source radioactive scellée*: source radioactive construite de manière à empêcher toute fuite de substances radioactives dans les conditions usuelles d'emploi, excluant ainsi toute possibilité de contamination;
 - t. *source radioactive non scellée*: source radioactive qui ne remplit pas les exigences posées à la source scellée;
 - u. *matière radioactive orpheline*: matière radioactive qui n'est plus sous le contrôle de son propriétaire ou du titulaire d'une autorisation;
 - v. *installations*: forme abrégée de «installations génératrices de rayonnements ionisants»; équipements ou appareils servant à produire des rayonnements photoniques ou corpusculaires.
- ² Sont aussi applicables à la présente ordonnance:
- a. les termes définis aux art. 5 à 7, 26, 49, 51, 80, 85, 96, 108, 122, 149 et 175;
 - b. les termes essentiellement techniques définis à l'annexe 1 et les définitions dosimétriques figurant à l'annexe 4.

Chapitre 2 Principes de la radioprotection

Art. 3 Justification

Une activité est justifiée au sens de l'art. 8 L RaP:

- a. lorsque les avantages qui y sont liés l'emportent nettement sur les inconvénients dus aux rayonnements, et
- b. qu'il n'existe pas d'alternative globalement plus favorable pour l'être humain et l'environnement, sans ou avec une exposition minimale 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 qu'il est raisonnablement 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 valeurs de dose à ne pas dépasser (limites de dose) sont fixées en situation d'exposition planifiée. Les limites de dose s'appliquent à la somme de toutes les doses accumulées par une personne au cours d'une année civile. Aucune limite de dose n'est fixée dans le cas des expositions médicales.

Art. 6 Niveaux de référence

¹ Dans les situations d'exposition existante ou d'exposition d'urgence, lorsque les limites de dose ne peuvent être respectées ou lorsque leur respect impliquerait des ressources disproportionnées ou serait contre-productif, des niveaux de référence s'appliquent.

² Afin de garantir le respect des niveaux de référence, il est nécessaire de prendre des mesures.

Art. 7 Contraintes de dose

¹ Pour les situations d'exposition planifiée, une valeur de dose plafond qu'une source de rayonnement ou activité donnée peut délivrer à une personne est fixée (contrainte de dose). Cette contrainte de dose par source de rayonnement est fixée de sorte que la somme des doses dues à plusieurs sources de rayonnement ne dépasse pas la limite de dose.

² Le titulaire de l'autorisation fixe pour son entreprise les contraintes de dose pour les personnes professionnellement exposées aux radiations.

³ L'autorité délivrant les autorisations (art. 11) décide si des contraintes de dose pour l'exposition du public sont nécessaires et les fixe dans l'autorisation. Lorsque cela n'a pas été effectué pour les activités déjà autorisées, l'autorité de surveillance (art. 184) peut fixer de telles contraintes.

⁴ 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.

⁵ 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 Situations d'exposition planifiée**Chapitre 1 Autorisations****Section 1 Régime de l'autorisation****Art. 9 Activités soumises à autorisation**

Sont soumises à autorisation, outre les activités indiquées à l'art. 28 LRaP et dans le sens d'une mise en œuvre plus détaillée de cet article, les activités suivantes:

- a. la manipulation de matières dont l'activité spécifique est supérieure à la limite de libération et dont l'activité absolue est supérieure à la limite d'autorisation;
- b. la manipulation d'une matière gazeuse confinée dont l'activité absolue est supérieure à la limite d'autorisation;
- c. le rejet dans l'environnement de matières dont l'activité spécifique est supérieure à la limite de libération et dont l'activité absolue est supérieure à l'activité de 1 kg d'une matière dont l'activité spécifique correspond à la limite de libération;
- d. la commercialisation de matières dont l'activité spécifique est supérieure à la limite de libération et dont l'activité absolue est supérieure à l'activité d'un kg d'une matière dont l'activité spécifique correspond à la limite de libération;
- e. l'application de radionucléides au corps humain;
- f. l'engagement de personnes professionnellement exposées aux radiations conformément à l'art. 51, al. 1 et 2, dans leur propre entreprise ou dans une autre que la leur, à l'intérieur du pays ou à l'étranger;
- g. l'exécution de mesures d'assurance de qualité sur les installations, sur les appareils d'examen et sur les instruments de mesure permettant de déterminer l'activité (activimètres) en médecine nucléaire ou sur les systèmes de réception et de restitution d'images en radiodiagnostic;
- h. la réutilisation d'héritages radiologiques conformément à l'art. 150, al. 2;
- i. les activités associées à la manipulation de NORM quand au moins une des conditions indiquées à l'art. 168, al. 2, let. b et c, est remplie.

Art. 10 Exceptions au régime de l'autorisation

Sont soustraits au régime de l'autorisation:

- a. le transport de matières radioactives dont les activités sont inférieures aux limites d'activité massique pour les matières exemptées ou aux limites d'activité pour un envoi exempté 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 européen du 30 septembre 1957 relatif au transport international des matières dangereuses (ADR)⁴ et dans l'ordonnance du 29 novembre 2002 relative au transport des marchandises dangereuses par route (SDR)⁵, ou
 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 1999 portant modification de la Convention du 9 mai 1980 relative aux transports internationaux ferroviaires (COTIF)⁶ et dans l'ordonnance du 31 octobre 2012 sur le transport de marchandises dangereuses par chemin de fer et par installation à câbles (RSD)⁷;
- b. le transport de substances radioactives comme colis exceptés:
1. selon l'annexe A, section 3.2.1, tableau A (numéros ONU 2908, 2909, 2910, 2911 et 3507), ADR et le SDR,
 2. selon la section 3.2.1, tableau A (numéros ONU 2908, 2909, 2910, 2911 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)⁸,
 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 intérieures⁹;

⁴ RS **0.741.621** Les 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.

⁵ RS **741.621**

⁶ RS **0.742.403.12** Les 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.

⁷ RS **742.412**

⁸ RS **748.411**

⁹ RS **747.224.141**

- c. 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 internationale¹⁰ et des prescriptions techniques y relatives¹¹);
- d. la commercialisation, l'utilisation, le stockage, le transport, de même que l'importation, l'exportation et le transit de montres prêtes à l'usage contenant des sources radioactives, si elles satisfont aux normes ISO¹² 3157¹³ et 4168¹⁴, et de 1000 composants de montres au plus contenant de la peinture luminescente radioactive au tritium;
- e. la manipulation d'émetteurs de rayonnements parasites, lorsque:
 - 1. la tension d'accélération des électrons ne dépasse pas 30 kilovolts, et
 - 2. que le débit de dose ambiante à une distance de 10 cm de la surface ne dépasse pas 1 µSv/h¹⁵;
- f. la manipulation de collections de minéraux et de pierres dont l'activité spécifique est inférieure aux limites de libération des NORM ou si ceux-ci présentent une quantité de thorium naturel inférieure à 10 g ou une quantité d'uranium naturel inférieure à 100 g;
- g. la manipulation, à l'exception de la commercialisation, de sources de rayonnement qui ont reçu une autorisation de type;
- h. les activités et sources de rayonnement soumises à autorisation ou à une décision de désaffectation en vertu de la loi du 21 mars 2003 sur l'énergie nucléaire (LENu)¹⁶;
- i. l'engagement par des compagnies aériennes de personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

¹⁰ 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 www.bazl.admin.ch > Documentation > Bases légales > Droit international 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.

¹¹ 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 www.bazl.admin.ch > Documentation > Bases légales > Droit international ou obtenues 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. 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.

¹² 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 Winterthur, www.snv.ch

¹³ ISO 3157. Edition 1991-11. Radioluminescence pour les instruments horaires – Spécification.

¹⁴ SN ISO 4168. Edition 2003-09, Instruments horaires – Conditions d'exécution des contrôles des dépôts radioluminescents.

¹⁵ Sv = Sievert; mSv = Millisievert; µSv = Microsievert

¹⁶ RS **732.1**

Section 2 Procédure d'autorisation

Art. 11 Autorités délivrant les autorisations

¹ L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est, sous réserve de l'al. 2, l'autorité délivrant les autorisations pour toutes les activités et sources de rayonnement soumises à autorisation visées par la présente ordonnance.

² L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) est l'autorité délivrant les autorisations pour:

- a. les activités dans les installations nucléaires qui ne sont pas soumises à autorisation ou à une décision de désaffectation conformément à la LENu¹⁷;
- b. les essais avec des substances radioactives dans le cadre des études géologiques au sens de l'art. 35 LENu;
- 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;
- e. le rejet en provenance d'installations nucléaires dans l'environnement.

Art. 12 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 L'autorité délivrant les autorisations exige de surcroît une analyse de risque dans le cas où le niveau de risque radiologique est élevé.

³ Les requérants étrangers doivent indiquer une adresse de correspondance en Suisse.

⁴ Le Département fédéral de l'intérieur (DFI) et l'IFSN peuvent édicter des dispositions concernant la documentation et les justificatifs requis dans leur domaine de compétence respectif.

Art. 13 Procédure ordinaire d'autorisation

¹ L'autorité délivrant les autorisations examine les activités et les sources de rayonnement soumises à autorisation dans le cadre de la procédure ordinaire, sous réserve des art. 14 et 15.

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 pour l'exposition du public sont nécessaires et en fixe les valeurs dans l'autorisation.

¹⁷ RS 732.1

Art. 14 Procédure simplifiée d'autorisation

¹ L'OFSP peut examiner les activités soumises à autorisation pour lesquelles le niveau de risque pour l'être humain et pour l'environnement est faible dans le cadre de la procédure simplifiée. Ceci concerne notamment:

- a. les applications médicales dans le domaine des faibles doses (art. 26, let. a);
- b. l'exploitation d'installations munies d'une protection totale ou partielle.

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. 15 Autorisation de type pour les sources de rayonnement

¹ L'OFSP peut délivrer une autorisation de type pour les sources de rayonnement qui présentent un niveau de risque particulièrement faible pour l'être humain et pour l'environnement (art. 29, let. c, LRaP), notamment lorsque:

- a. leur construction ou des mesures empêchent que des personnes soient exposées aux rayonnements ou contaminées de façon inadmissible, et
- b. que 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.

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 rayonnement 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 matières radioactives peuvent être manipulées;
- b. si et de quelle manière, à l'issue de la durée d'utilisation, les matières radioactives doivent être livrées au centre fédéral de ramassage à titre de déchets radioactifs;
- c. si les sources de rayonnement doivent être munies d'un marquage défini par l'OFSP et la manière d'apposer celui-ci.

Art. 16 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. 17 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. 18 Base de données des autorisations

¹ L'OFSP gère une base de données concernant les autorisations délivrées conformément à la présente ordonnance.

² La base 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. 179, al. 3, concernant les experts en radioprotection;
- h. numéro d'identification de l'entreprise (IDE) au sens de la loi fédérale du 18 juin 2010 sur le numéro d'identification des entreprises¹⁸;
- i. le numéro de client de la Caisse nationale suisse d'assurance (CNA) en cas d'accidents.

⁴ Des données techniques concernant les sources de rayonnement peuvent être de surcroît enregistrées dans la base de données.

⁵ Les autorisations individuelles d'accès suivantes sont applicables:

- a. les collaborateurs de la division Radioprotection de l'OFSP, de l'unité compétente de l'IFSN ainsi que du secteur Physique de la CNA sont habilités à traiter les données;
- b. les titulaires d'autorisation enregistrés sont habilités à consulter, via un accès électronique, leurs autorisations ainsi que les données les concernant figurant dans la base 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.

Section 3 Devoirs incombant aux titulaires d'une autorisation

Art. 19 Devoirs touchant à l'organisation

¹ Le titulaire d'une autorisation doit attribuer à l'expert en radioprotection, en vue de l'accomplissement de ses tâches, la légitimation requise et lui mettre à disposition les moyens nécessaires.

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 en radioprotection ainsi que celles des personnes qui manipulent des sources de rayonnement.

³ Si le titulaire d'une 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. 20 Devoir d'information

Le titulaire d'une autorisation doit veiller à ce que toutes les personnes présentes dans l'entreprise qui peuvent être exposées aux radiations soient dûment informées sur les dangers que la manipulation des rayonnements ionisants peut présenter pour leur santé.

Art. 21 Obligation de notification

¹ Le titulaire d'une autorisation doit notifier à l'autorité de surveillance, avant de les entreprendre, les modifications suivantes:

- a. les modifications concernant la puissance de l'installation, les données architecturales du bâtiment, la construction de l'installation et la direction du faisceau (art. 35, al. 1, let. a, LRaP);
- b. le changement de l'expert en radioprotection (art. 32, al. 2, LRaP).

² 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. 22 Limites de dose applicables à l'exposition du public

¹ La dose efficace ne doit pas dépasser la limite de 1 mSv par année civile.

² La dose équivalente ne doit pas dépasser les limites suivantes:

- a. pour le cristallin: 15 mSv par année civile;
- b. pour la peau: 50 mSv par année civile.

Art. 23 Détermination des doses au voisinage des entreprises au bénéfice d'une autorisation de rejet dans l'environnement

¹ L'autorité délivrant les autorisations peut exiger que les entreprises au bénéfice d'une autorisation de rejet dans l'environnement conformément aux art. 111 à 116 déterminent annuellement la dose reçue par les membres du public les plus exposés aux substances rejetées par l'entreprise et peut fixer les modalités suivant lesquelles les doses de rayonnement sont déterminées.

² L'IFSN édicte des directives sur les modalités de détermination des doses de rayonnement pour son domaine de surveillance.

Art. 24 Limites d'immission

¹ Les concentrations d'activité 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}) fixées à l'annexe 7.

² Les concentrations d'activité dans les eaux accessibles au public ne doivent pas dépasser en moyenne hebdomadaire les limites d'immission pour les eaux (LI_{eaux}) fixées à l'annexe 7.

³ Il faut en outre garantir que les doses ambiantes dues au rayonnement externe dans les locaux d'habitation, de séjour et de travail demeurent suffisamment basses pour que, tenant compte de la durée de séjour et de toutes les autres voies d'exposition, elles ne puissent entraîner un dépassement d'une limite de dose pour l'exposition du public.

Chapitre 3 Activités non justifiées

Art. 25

Les activités suivantes sont considérées comme non justifiées au sens de l'art. 8 LRaP et sont par conséquent interdites:

- a. l'ajout délibéré de radionucléides lors de la production de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux, de jouets, de bijoux et de produits cosmétiques;

- b. l'utilisation de procédés qui conduisent à une activation des matières utilisées dans les jouets et les bijoux;
- c. l'importation, l'exportation et le transit des produits visés aux let. a et b.

Chapitre 4 Expositions médicales

Section 1 Domaines des doses en imagerie médicale

Art. 26

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;
- b. dans le *domaine des doses modérées* lorsqu'elles conduisent à une dose efficace délivrée au patient, située entre 1 mSv et 5 mSv;
- c. dans le *domaine des doses élevées* lorsqu'elles conduisent à une dose efficace délivrée au patient supérieure à 5 mSv.

Section 2 Justification en médecine

Art. 27 Justification de base

Les expositions médicales sont considérées en principe comme justifiées, sous réserve des art. 28 et 29.

Art. 28 Justification de procédures diagnostiques ou thérapeutiques

¹ Chaque application généralisée d'une procédure diagnostique ou thérapeutique doit préalablement 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 CPR élabore, en collaboration avec les associations professionnelles et les organisations spécialisées concernées, des recommandations concernant la justification des procédures visées aux al. 1 et 2 et les publie¹⁹.

Art. 29 Justification de l'application à un individu

¹ 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.

¹⁹ www.bag.admin.ch/ksr-cpr

² Quiconque prescrit des applications doit établir une indication, la documenter et la faire suivre au médecin réalisant l'application.

³ Les hôpitaux, les instituts de radiologie et les médecins prescripteurs doivent prescrire les applications conformément à l'état de la science et de la technique. Les directives en matière de prescription qui sont basées sur des directives ou des recommandations nationales et internationales reflètent l'état de la science et de la technique.

⁴ Le médecin qui réalise une application doit au préalable la justifier, en tenant compte de l'état de la science et de la technique, de l'indication et des caractéristiques de la personne concernée.

⁵ Une procédure diagnostique ou thérapeutique qui n'est pas justifiée au sens de l'art. 28 peut cependant, selon les circonstances, l'être en tant que procédure individuelle spécifique. Elle doit être justifiée et documentée dans le cas d'espèce par le médecin qui la réalise.

Art. 30 Examens radiologiques de dépistage

¹ Un examen radiologique de dépistage est un examen radiologique effectué sur un groupe de personnes en vue de la détection précoce d'une maladie sans qu'une suspicion de cette maladie existe au niveau individuel. 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 initiés par une autorité de santé publique.

³ Ils doivent satisfaire aux exigences de qualité fixées par l'autorité de santé publique responsable du programme.

Art. 31 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 de répondre à la question posée. Si l'exposition ne peut être réalisée dans les limites des faibles doses, elle doit être justifiée et documentée.

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 rayonnements ionisants.

Section 3 Optimisation en médecine

Art. 32 Optimisation des expositions médicales

¹ Lors d'examens en radiodiagnostic, en radiologie interventionnelle et 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. 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. la garantie de la qualité de l'information diagnostique ou du succès thérapeutique;
- c. le respect des aspects pratiques de la procédure;
- d. l'assurance de la 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;
- h. l'utilisation, sur chaque installation médicale, des moyens nécessaires à la protection du patient.

⁴ L'exposition du personnel doit être prise en compte dans le cadre de la procédure d'optimisation.

⁵ Le DFI peut édicter des dispositions sur l'optimisation technique liée à la protection du patient.

Art. 33 Obligation de documentation

Le titulaire de l'autorisation doit documenter toutes les expositions thérapeutiques et diagnostiques dans les domaines des doses modérées et élevées ainsi qu'en mammographie de façon à pouvoir déterminer ultérieurement la dose de rayonnements reçue par le patient.

Art. 34 Enquête sur les doses de rayonnements d'origine médicale

¹ L'OFSP recense régulièrement, mais 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 anonymisées concernant les applications thérapeutiques, diagnostiques, interventionnelles et de médecine nucléaire, 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'expositions réalisées dans le cadre de l'application en question, 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. 35 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. 34, 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. 36 Engagement de physiciens médicaux

¹ Le titulaire de l'autorisation doit:

- a. travailler en étroite collaboration avec un physicien médical lors des applications radiothérapeutiques; en sont exceptés les traitements standardisés en médecine nucléaire;
- b. faire appel à un physicien médical lors des applications standardisées en médecine nucléaire et en tomodesitométrie, lors des applications de radiologie interventionnelle de même que lors des radioscopies dans les domaines des doses modérées et élevées;
- c. faire appel à un physicien médical, 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 peut préciser l'étendue de l'engagement du physicien médical dans les domaines d'application thérapeutique.

Art. 37 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 de leur exposition et des risques associés.

² Une contrainte de dose efficace de 5 mSv 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. 38 Information du patient

Les patients doivent être informés des risques et des bénéfices de leur exposition médicale.

Art. 39 Pédiatrie

L'exposition d'enfants à des fins médicales doit être réalisée en utilisant des paramètres d'exposition optimisés pour cette catégorie de patients. A cet effet, il faut notamment tenir compte de:

- a. la constitution de l'enfant;
- b. la sensibilité des enfants aux rayonnements;
- c. la possibilité d'utiliser des accessoires techniques particuliers.

Art. 40 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 patientes 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. 41 But, contenu et objet

¹ Le but des audits cliniques est de garantir que les expositions médicales sont justifiées et optimisées conformément à l'état de la science et de la technique et que la qualité et les résultats des soins donnés aux patients s'améliorent constamment.

² Les audits cliniques comprennent la vérification systématique des procédures concernant le patient et le personnel lors des applications de rayonnements ionisants en diagnostic et en thérapie et leur comparaison avec l'état de la science et de la technique.

³ L'OFSP peut faire effectuer tous les cinq ans un audit clinique auprès du titulaire de l'autorisation pour les applications médicales de rayonnements suivantes:

- a. tomodensitométrie;
- b. médecine nucléaire;
- c. radiooncologie;
- d. procédures diagnostiques ou thérapeutiques interventionnelles assistées par radioscopie.

Art. 42 Coordination, préparation et réalisation

¹ Si l'OFSP mandate des tiers, conformément à l'art. 189, pour la coordination et la préparation d'audits cliniques, ces personnes doivent être des experts issus de différentes institutions et sociétés professionnelles.

² Si l'OFSP mandate des tiers, conformément à l'art. 189, pour la réalisation d'audits cliniques, ces auditeurs doivent disposer d'une longue expérience professionnelle dans leur spécialité et être indépendants des titulaires d'autorisation audités.

³ L'OFSP met à la disposition des tiers auxquels il fait appel les données nécessaires concernant les titulaires d'autorisation.

⁴ Si les tiers auxquels l'OFSP a fait appel constatent, lors de l'évaluation des audits, des écarts importants par rapport aux prescriptions de la présente ordonnance ou à l'état de la science et de la technique, ils l'en informent.

Art. 43 Autoévaluation et manuel de qualité des titulaires d'une autorisation

¹ Tous les titulaires d'une autorisation pour les applications de rayonnements ionisants visées à l'art. 41, al. 3, effectuent chaque année une autoévaluation de leurs procédures.

² Ils élaborent un manuel de qualité et le présentent dans le cadre de l'audit.

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 mesures en vue du respect de la justification de l'application à un individu prévue à l'art. 29;
- e. les protocoles de diagnostic et de traitement et les informations données aux patients;
- f. la documentation des doses de rayonnements (art. 33);
- g. l'établissement du diagnostic et sa communication ou le contrôle du traitement ainsi que l'enregistrement des données et leur transfert;
- h. l'assurance de la qualité;
- i. l'autoévaluation.

Section 6 Recherche sur l'être humain

Art. 44 Autorisations

¹ La réalisation de projets de recherche impliquant l'application de sources de rayonnement 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 (LRH)²⁰.

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)²¹ est de plus exigée.

Art. 45 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 et 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 doivent être prises 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.

²⁰ RS 810.30

²¹ RS 812.21

Section 7 Produits radiopharmaceutiques

Art. 46 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 LPTh²² s'appliquent.

² L'accord 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 LPTh;
- c. les autorisations à durée limitée de mise sur le marché de produits radiopharmaceutiques conformément à l'art. 9, al. 4, LPTh.

³ L'OFSP donne son accord en se fondant sur les informations contenues dans les documents joints à la demande de mise sur le marché ainsi que sur l'appréciation et l'évaluation des données par la Commission des produits radiopharmaceutiques.

⁴ Les produits radiopharmaceutiques doivent être désignés comme tels. Les inscriptions sur l'emballage doivent au moins contenir les indications pertinentes pour la radioprotection, énumérées ci-après:

- a. la désignation de la préparation;
- b. le signe de danger selon l'annexe 8;
- c. les radionucléides et leurs activités au moment de la calibration;
- d. la date de la calibration et la date limite d'utilisation.

⁵ Les prescriptions de la législation sur les médicaments touchant à l'étiquetage s'appliquent au surplus.

⁶ Les impuretés radionucléiques de longue période qui sont déterminantes pour l'élimination doivent être indiquées sur les documents d'accompagnement.

Art. 47 Préparation et contrôle de qualité

¹ Quiconque prépare des produits radiopharmaceutiques doit effectuer les contrôles de qualité décrits dans l'information professionnelle associée.

² L'OFSP peut prélever en tout temps des échantillons pour déterminer si les conditions visées à l'art. 46 sont encore remplies. À cet effet, il peut faire appel à des laboratoires spécialisés.

³ Le DFI peut fixer des exigences concernant la préparation et l'administration des produits radiopharmaceutiques. À cet effet, il tient compte des directives nationales et internationales ainsi que des recommandations des organisations professionnelles,

notamment de l'*European Association of Nuclear Medicine* (EANM)²³ et de la Société suisse de radiopharmacie / chimie radiopharmaceutique (SSRCR)²⁴.

Art. 48 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)²⁵.

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'autorisation de mise sur le marché de produits radiopharmaceutiques;
- b. les problèmes liés à la sécurité en rapport avec des produits radiopharmaceutiques.

³ Elle est composée d'experts scientifiques en médecine nucléaire, en pharmacie, en chimie et en radioprotection.

Section 8 Événement radiologique médical

Art. 49 Définition

Un événement radiologique médical est un événement imprévu consistant en une action inconsiderée 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. 50 Obligations

¹ Le titulaire de l'autorisation doit tenir un registre des événements radiologiques médicaux.

² Il doit analyser régulièrement, dans le cadre d'un groupe de travail interdisciplinaire, les événements radiologiques médicaux qui sont survenus et prendre les mesures opérationnelles afin d'éviter des événements de même nature.

³ Il doit notifier dans les 30 jours à l'autorité de surveillance les événements radiologiques médicaux suivants:

- a. les expositions imprévues qui ont causé ou auraient pu causer chez un patient un dommage modéré à un organe, une atteinte fonctionnelle modérée ou des dommages sévères;

²³ Ces recommandations peuvent être consultées gratuitement en anglais sur le site Internet de l'EANM à l'adresse www.eanm.org.

²⁴ Ces recommandations peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de la SSRCR à l'adresse www.sgrrc.ch.

²⁵ RS 172.010.1

- b. l'exposition involontaire d'un patient ou d'un organe due à une erreur d'identification lors d'applications 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 événements radiologiques médicaux visés à l'al. 3, le titulaire de l'autorisation doit effectuer une enquête et présenter un rapport au sens de l'art. 129.

Chapitre 5 Expositions professionnelles

Section 1 Personnes professionnellement exposées aux radiations

Art. 51 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. 22; l'al. 2 est réservé;
- b. séjournent au moins une fois par semaine dans des secteurs contrôlés tels que décrits à l'art. 80, pour leur travail ou leur formation, ou qui
- c. séjournent au moins une fois par semaine dans des secteurs surveillés tels que décrits à l'art. 85, pour leur travail ou leur formation et peuvent dans ce cadre être soumis à un débit de dose ambiante élevé.

² Les personnes qui, à leur poste de travail, sont exclusivement soumises à une exposition au radon sont considérées, conformément à l'art. 167, al. 3, comme professionnellement exposées aux radiations seulement s'ils peuvent accumuler une dose efficace supérieure à 10 mSv par année.

³ Le titulaire de l'autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, l'exploitant de la compagnie aérienne désigne les personnes professionnellement exposées aux radiations de l'entreprise.

⁴ Il informe régulièrement les personnes professionnellement exposées aux radiations de l'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 radioprotection qu'elles doivent observer durant leur activité;
- e. des risques d'une exposition pour les enfants à naître.

Art. 52 Catégories

¹ Le titulaire de l'autorisation classe les personnes professionnellement exposées aux radiations visées aux al. 2 à 4 dans les catégories A ou B, en vue de leur surveillance.

² Font partie de la catégorie A les personnes:

- a. qui peuvent accumuler, par année civile, 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 exposition au radon conduisant à une dose efficace supérieure à 10 mSv par année civile, ou
- c. qui sont engagés comme employés dans une installation nucléaire.

³ Font partie de la catégorie B toutes les personnes professionnellement exposées aux radiations qui n'appartiennent pas à la catégorie A.

⁴ Les personnes qui exercent des activités comportant un risque négligeable d'accumuler une des doses indiquées à l'al. 2, let. a, sont classées, pour ces activités, dans la catégorie B. Font notamment partie de ces activités:

- 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 ne remplit aucune des conditions de l'al. 2, il peut solliciter de la part de l'autorité de surveillance une classification des personnes réalisant cette activité en catégorie B.

Art. 53 Personnes jeunes et femmes enceintes ou allaitantes

¹ Les personnes de moins de 16 ans ne sont pas autorisées à être des personnes professionnellement exposées aux radiations.

² Les limites de dose spécifiques fixées à l'art. 57 sont applicables aux personnes de 16 à 18 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, en accord avec l'IFSN, fixe quand 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. service de vol;
- b. travaux avec des matières radioactives qui présentent un danger d'incorporation ou de contamination;
- c. 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 matières radioactives présentant un danger important d'incorporation.

Art. 54 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. 55 Surveillance médicale

¹ Le titulaire de l'autorisation doit faire réaliser des investigations médicales conformément à l'art. 11a de l'ordonnance du 19 décembre 1983 sur la prévention des accidents (OPA)²⁶.

² La CNA peut assujettir des employés aux prescriptions sur la prévention dans le domaine de la médecine du travail visées aux art. 70 à 89 OPA.

Section 2 Limitation des doses

Art. 56 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'accord 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 équivalente 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 cinq années civiles consécutives, pour autant que la dose de 50 mSv ne soit pas dépassée durant une année civile;
- b. pour la peau, les mains et les pieds: 500 mSv par année civile.

⁴ Les personnes professionnellement exposées aux radiations venant de l'étranger ne doivent pas accumuler une dose efficace de plus de 20 mSv par année civile en Suisse, déduction faite de la dose déjà reçue durant l'année civile en cours.

Art. 57 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 reçue par l'enfant à naître ne dépassera pas 1 mSv.

Art. 58 Mesures à prendre en cas de dépassement d'une limite de dose

¹ Si l'une des limites de dose visées aux art. 56, al. 1 à 3, et 57, al. 1, est dépassée pour une personne professionnellement exposée aux radiations, celle-ci 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 15 mSv et une dose équivalente à la peau, aux mains et aux pieds supérieure à 50 mSv.

² L'accord de l'autorité de surveillance selon l'art. 56, al. 2, est réservé.

³ En cas de dépassement de la limite de dose visée à l'art. 57, al. 2, les femmes enceintes ne doivent plus intervenir dans les secteurs contrôlés ou surveillés visés aux art. 80 et 85 durant leur grossesse.

Art. 59 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. 56 ou 57, 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 ainsi qu'à l'autorité de surveillance et propose les mesures à prendre. S'il s'agit d'un employé, il en informe aussi la CNA.

³ Le médecin communique à l'autorité de surveillance:

- a. les données relatives aux dommages précoces constatés;
- b. les données relatives aux maladies ou aux prédispositions particulières qui motivent une décision prononçant l'incapacité de la personne;
- c. les données relatives à la dosimétrie biologique.

⁴ S'il s'agit d'un employé, le médecin communique les données aussi à la CNA.

⁵ La CNA ou, 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. 60 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 civile aux personnes professionnellement exposées aux radiations.

³ En cas de dépassement d'une contrainte de dose, les méthodes de travail doivent être examinées et la radioprotection améliorée.

Section 3 Détermination de la dose de rayonnements (dosimétrie)**Art. 61** Dosimétrie des personnes professionnellement exposées aux radiations

¹ La dose reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations 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:

- a. lorsque l'on dispose d'un système dosimétrique supplémentaire ou 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.

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. 62 Détermination de la dose de rayonnements par calcul

¹ Dans les cas où une dosimétrie individuelle n'est pas appropriée, l'accord de l'autorité de surveillance est nécessaire pour la détermination, par le titulaire de l'autorisation, de la dose de rayonnements par calcul.

² Le DFI, en accord avec l'IFSN, édicte des dispositions pour la détermination par calcul des doses de rayonnements.

³ 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. Le logiciel utilisé à cet effet doit correspondre à l'état de la technique.

Art. 63 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;
- c. 50 mSv pour la dose équivalente à la peau, aux mains ou aux pieds.

² Les obligations de déclaration fixées aux art. 65, al. 1, let. b, et 69, let. b, sont applicables dès l'atteinte du seuil de notification.

Art. 64 Obligations des titulaires d'autorisation et des exploitants de compagnies aériennes dans le cadre de la dosimétrie individuelle

¹ Les titulaires d'autorisation ou, 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. 62 ou les mesures de tri pour détecter une contamination interne.

² Ils assument les frais liés à la dosimétrie.

³ Ils sont tenus:

- a. d'informer les personnes concernées des 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 CNA les données touchant l'entreprise, le personnel et la dosimétrie nécessaires à la prévention en matière de médecine du travail;
- d. en cas d'atteinte du seuil de notification visé à l'art. 63, 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. 73, al. 1, let. a à e et g à i pour toutes les personnes professionnellement exposées aux radiations dans l'entreprise;
- 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. 65 Obligations des titulaires d'autorisation et des exploitants de compagnies aériennes lors de la détermination de la dose de rayonnements par calcul

¹ Les titulaires d'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. 62:

- a. de déclarer les informations indiquées à l'art. 73 au registre dosimétrique central visé à l'art. 72;
- 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 dix jours après le calcul de la dose, le dépassement de l'un des seuils de notification visés à l'art. 63;
- 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 CNA quand il s'agit d'un employé.

² Pour les entreprises relevant de la surveillance de l'IFSN, celle-ci édicte des directives supplémentaires concernant la déclaration de doses déterminées par calcul.

Section 4 Services de dosimétrie individuelle

Art. 66 Conditions d'agrément

¹ Un service de dosimétrie individuelle doit être agréé par une autorité habilitée à cet effet (art. 68).

² L'agrément est accordé si les conditions suivantes sont remplies:

- a. le service de dosimétrie individuelle a son siège en Suisse;
- b. il dispose d'une organisation appropriée et de personnel en nombre suffisant, notamment d'un nombre suffisant de personnes ayant des connaissances pratiques dans le domaine de 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 réalisation de mesures d'intercomparaison en continu.

³ Lorsqu'un service de dosimétrie individuelle est accrédité pour la dosimétrie individuelle, les conditions fixées à l'al. 2, let. c et d, sont réputées remplies.

Art. 67 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. 68 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 CNA;
- 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. 69 Obligations de notification du service de dosimétrie individuelle

Les obligations de notification du service de dosimétrie individuelle sont les suivantes:

- a. il notifie aux organismes suivants les données visées à l'art. 73 dans un délai d'un mois suivant la période de surveillance:
 1. au titulaire de l'autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne,
 2. au registre dosimétrique central visé à l'art. 72 sous une forme prescrite par l'OFSP,
 3. à l'IFSN également lorsqu'il s'agit de données relevant de son domaine de surveillance;
- b. si la dose correspondant à la période de surveillance excède le seuil de notification indiqué à l'art. 63, le service de dosimétrie individuelle est tenu de notifier le dépassement 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; s'il s'agit d'un employé, il informe également la CNA;

- d. l'IFSN édicte une directive concernant les notifications par les services de dosimétrie individuelle qu'il a agréés.

Art. 70 Autres obligations du 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'autorisation selon l'art. 64 et informer l'autorité de surveillance de la résiliation.

Art. 71 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 ou, dans le cas du personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne;
- c. à l'autorité de surveillance;
- d. à l'autorité délivrant l'autorisation;
- e. au registre dosimétrique central.

Section 5 Registre dosimétrique central

Art. 72 Autorité responsable et but

¹ L'OFSP tient un registre dosimétrique central.

² Le registre dosimétrique central a pour but d'enregistrer la dose déterminée tout au long de l'activité des personnes professionnellement exposées aux radiations afin de clarifier leurs éventuelles prétentions d'assurance.

³ Il permet aussi aux autorités de surveillance:

- a. de contrôler en tout temps les doses accumulées par intervalle de surveillance de chaque personne professionnellement exposée en Suisse;
- b. de faire des analyses statistiques et d'évaluer l'efficacité des dispositions de la présente ordonnance;
- c. d'assurer la conservation des données.

Art. 73 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 AVS au sens de l'art. 50c de la loi fédérale du 20 décembre 1946 sur l'assurance-vieillesse et survivants²⁷;
- d. sexe;
- e. nom, adresse et IDE de l'entreprise;
- f. valeurs des doses déterminées en Suisse et à l'étranger;
- g. groupe professionnel;
- h. activité professionnelle;
- i. catégorie (A ou B).

² Dans le cas de personnes travaillant pour une période transitoire en Suisse, les doses déterminées en Suisse sont enregistrées.

Art. 74 Droits d'accès

Ont un accès électronique direct 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 CNA;
- c. les autorités de surveillance, pour les données relevant de leur domaine de surveillance;
- d. l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC), pour les données du personnel navigant.

Art. 75 Rapport

¹ Les autorités de surveillance élaborent un rapport annuel sur les résultats de la dosimétrie individuelle.

²⁷ RS 831.10

² L'OFSP publie le rapport. Il veille à ce que les personnes concernées ne puissent être identifiées.

Art. 76 Utilisation des données 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 sur la radioprotection ou les mettre, sur demande, à la disposition de tiers à cette fin. Les dispositions de la LRH²⁸ sont applicables.

² L'OFSP fournit les données personnelles uniquement sous une forme anonymisée, sauf si le requérant démontre que:

- a. la personne concernée a autorisé la communication de ses données, ou que
- b. le requérant dispose d'une autorisation de la commission d'éthique compétente conformément à l'art. 45 LRH.

Section 6

Dispositions techniques concernant la dosimétrie individuelle

Art. 77

¹ En accord avec l'IFSN et après avoir consulté l'Institut fédéral de métrologie (METAS), le DFI édicte des dispositions techniques concernant la dosimétrie individuelle.

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 standards de calcul des doses de rayonnements.

Chapitre 6 Matières radioactives et installations

Section 1 Secteurs contrôlés et surveillés

Art. 78 Principes

¹ Le titulaire de l'autorisation établit des secteurs contrôlés ou des secteurs surveillés pour la limitation et le contrôle de l'exposition aux rayonnements.

² Les travaux avec des matières radioactives dont l'activité excède la limite d'autorisation, à l'exception des sources radioactives scellées, doivent être exécutés

dans des locaux, à l'intérieur de secteurs contrôlés, aménagés en secteur de travail conformément à l'art. 81.

³ L'autorité de surveillance peut exiger une répartition en zones selon l'art. 82 et renoncer à l'établissement de secteurs de travail pour les locaux et les endroits situés à l'intérieur des secteurs surveillés ou contrôlés dans lesquels des contaminations de surface, de l'air ou des débits de dose ambiante élevés peuvent survenir.

Art. 79 Limitation de la dose ambiante

¹ Le local ou le secteur dans lequel sont exploitées des installations ou dans lequel des matières radioactives sont manipulées doit être conçu ou blindé de sorte qu'aucune limite de dose ne soit dépassée.

² Aux endroits situés en dehors des secteurs contrôlés et surveillés et où peuvent séjourner durablement des membres du public, la dose ambiante ne doit pas excéder 0,02 mSv pendant une semaine. Cette valeur peut être dépassée jusqu'à cinq fois dans les endroits où personne ne séjourne durablement.

³ Si les endroits visés à l'al. 2 sont des postes de travail, la dose ambiante peut être plus élevée, en admettant une présence au travail de 40 heures par semaine.

⁴ L'exposition à plusieurs sources de rayonnement d'un endroit à protéger doit être prise en compte.

⁵ 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 Secteurs contrôlés

Art. 80 Définition

¹ Les secteurs contrôlés sont des secteurs qui sont soumis à des exigences particulières afin d'assurer la protection contre l'exposition au rayonnement ionisant et d'empêcher la dispersion d'une contamination. Dans le domaine de surveillance de l'IFSN, la notion de zone contrôlée peut continuer à être utilisée pour désigner un secteur contrôlé.

² Sont aménagés comme secteurs contrôlés:

- a. les secteurs de travail conformément à l'art. 81;
- b. les zones de type I à IV conformément à l'annexe 10;
- c. les secteurs dans lesquels la contamination de l'air peut se situer au-dessus de 0,05 CA, valeur indiquée à l'annexe 3, colonne 11, et la contamination de surface au-dessus de 1 CS, valeur indiquée à l'annexe 3, colonne 12.

³ L'autorité de surveillance peut exiger l'aménagement d'autres secteurs en secteurs contrôlés si cela s'avère judicieux au niveau organisationnel.

⁴ Le titulaire de l'autorisation doit garantir que seules les personnes autorisées ont accès aux secteurs contrôlés.

⁵ Les secteurs contrôlés doivent être clairement délimités et marqués conformément à l'annexe 8.

⁶ Le titulaire de l'autorisation doit surveiller 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. 81 Secteurs de travail

¹ Les secteurs de travail doivent être établis, à l'intérieur d'un secteur contrôlé, dans des locaux séparés, prévus exclusivement à cet effet.

² Ils sont classés par type, en fonction de l'activité des matières radioactives manipulées 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 lors de la procédure d'autorisation.

³ L'autorité de surveillance peut augmenter d'un facteur allant jusqu'à 100 les valeurs indiquées à l'al. 2 pour le stockage de matières radioactives dans des secteurs de travail.

⁴ Elle peut admettre des exceptions à l'al. 1, lorsque des motifs liés à la technique ou à l'exploitation le justifient et que la radioprotection est assurée.

⁵ Elle peut, exceptionnellement, augmenter d'un facteur allant jusqu'à 10 les valeurs indiquées à l'al. 2, s'il s'agit d'utilisations présentant des risques minimes d'incorporation et si la radioprotection 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 nécessaires.

Art. 82 Zones

¹ Les zones doivent être réparties en types conformément à l'annexe 10 en fonction du niveau de contamination présent ou attendu.

² À l'intérieur des zones présentant un débit de dose ambiante élevé et en vue de planifier et de réglementer les doses individuelles, des domaines associés à des débits de dose ambiante maximaux admissibles conformément à l'annexe 10 doivent être aménagés et marqués.

³ L'autorité de surveillance peut, au cas par cas, admettre d'autres types de zones et de domaines lorsque la radioprotection est alors aussi bien sinon mieux assurée.

⁴ Le DFI, en accord avec l'IFSN, arrête les prescriptions relatives aux mesures de protection dans les différents types de zones et de domaines.

Art. 83 Traitement après la cessation des activités

¹ Le titulaire de l'autorisation doit garantir que les secteurs contrôlés dans lesquels la manipulation de matières radioactives a cessé et, au besoin, le voisinage de ces secteurs, y compris toutes les installations et le matériel qui y demeurent, remplissent les critères de libération visés à l'art. 106 et que les limites d'immission fixées à l'art. 24 sont respectées.

² Il doit prouver à l'autorité de surveillance qu'il s'est conformé à l'obligation visée à l'al 1.

³ Il ne peut utiliser à d'autres fins les secteurs contrôlés en question qu'avec l'accord de l'autorité de surveillance.

Art. 84 Valeurs directrices pour les contaminations

¹ Lorsque des personnes quittent les secteurs contrôlés ou lorsque des matériaux en sont retirés, il faut garantir préalablement que la valeur directrice pour la contamination surfacique indiquée à l'annexe 3, colonne 12, n'est pas dépassée. Pour la libération de matières, les exigences fixées à l'art. 106 sont applicables.

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.

Section 3 Secteurs surveillés**Art. 85**

¹ Les secteurs surveillés sont des secteurs qui sont soumis à des exigences particulières afin d'assurer la protection contre l'exposition au rayonnement ionisant produit par l'exploitation d'installations et l'utilisation de sources radioactives scellées.

² Sont aménagés 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 visées à l'annexe 10;
- c. les secteurs dans lesquels des personnes peuvent accumuler par exposition externe une dose efficace supérieure à 1 mSv par année civile.

³ Le titulaire de l'autorisation doit veiller à ce que seules les personnes autorisées puissent séjourner dans les secteurs surveillés lorsque survient, durant l'exploitation d'installations ou l'utilisation de sources radioactives scellées, un débit de dose ambiante élevé.

⁴ Il doit surveiller le respect des valeurs directrices de débit de dose ambiante ainsi que les mesures de protection et les dispositions de sécurité à l'intérieur des secteurs surveillés.

⁵ Les secteurs surveillés doivent être marqués conformément à l'annexe 8.

⁶ Il n'est pas nécessaire d'établir des secteurs surveillés pour le personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

⁷ Il n'est pas nécessaire d'établir des secteurs surveillés dans les locaux où seules des petites installations à rayons X dentaires sont exploitées.

Section 4

Obligations lors de la manipulation de sources de rayonnement

Art. 86 Obligation de tenir un inventaire et un registre et de faire rapport

¹ Les titulaires d'une autorisation doivent, lors de la manipulation de sources radioactives scellées, en tenir un inventaire.

² Ils doivent tenir un registre concernant l'achat, l'utilisation, la remise et l'élimination de matières radioactives.

³ Ils doivent faire rapport annuellement à l'autorité de surveillance sur le commerce de sources de rayonnement et fournir les indications suivantes:

- a. la désignation des radionucléides, leur activité, la date à laquelle cette activité a été déterminée ainsi que leur forme chimique et physique;
- b. la désignation des appareils ou objets qui contiennent des sources radioactives, avec indication des radionucléides et de leur activité ainsi que la date à laquelle cette activité a été déterminée;
- c. la désignation des installations et leurs paramètres;
- d. les adresses et numéros d'autorisation des acheteurs nationaux.

⁴ L'autorité qui délivre les autorisations peut prévoir dans l'autorisation des obligations supplémentaires concernant la tenue de registres ou l'établissement de rapports.

Art. 87 Remise

Les détenteurs de sources de rayonnement soumises à autorisation ne sont autorisés à remettre ces sources qu'à des entreprises ou à des personnes au bénéfice de l'autorisation requise.

Art. 88 Exigences concernant la manipulation et l'emplacement des sources de rayonnement

Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe les exigences concernant la manipulation et l'emplacement des sources de rayonnement. Il fixe notamment:

- a. les mesures relatives à la construction et les bases de leur calcul;
- b. les exigences concernant les locaux d'irradiation, d'application et de repos de même que celles concernant les locaux dans lesquels sont utilisés les appareils d'examen 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 lieux de stockage de matières radioactives.

Section 5 Instruments de mesure

Art. 89 Instruments de mesure des rayonnements ionisants

¹ Les titulaires d'une autorisation doivent veiller à ce que l'entreprise dispose du nombre nécessaire d'instruments appropriés de mesure des rayonnements ionisants.

² 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 des sources de rayonnement présentant un risque correspondant sont manipulées ou exploitées.

Art. 90 Exigences concernant les instruments de mesure des rayonnements ionisants

Les instruments de mesure des rayonnements ionisants sont soumis à l'ordonnance du 15 février 2006 sur les instruments de mesure²⁹ et à ses dispositions d'exécution édictées par le Département fédéral de justice et police (DFJP) en accord avec le DFI et le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Art. 91 Exigences concernant l'utilisation des instruments de mesure des rayonnements ionisants

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 l'utilisation d'instruments de mesure des rayonnements ionisants.

²⁹ RS 941.210

Art. 92 Devoirs des titulaires d'autorisation

¹ Les titulaires d'autorisation doivent contrôler le fonctionnement des instruments de mesure des rayonnements ionisants à intervalles convenables à l'aide de sources de rayonnement appropriées.

² L'autorité de surveillance peut obliger les titulaires d'autorisation à participer à des mesures d'intercomparaison.

Section 6**Construction et marquage des sources radioactives scellées****Art. 93** Construction

¹ Lors de leur mise sur le marché, les sources radioactives scellées doivent être conformes, quant à leur construction, à l'état 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 des sources radioactives scellées exclusivement pour leurs émissions de rayonnement gamma ou de neutrons, celles-ci doivent être munies d'un écran qui absorbe le rayonnement alpha et bêta.

Art. 94 Marquage

¹ Les sources radioactives scellées et leurs récipients doivent être marqués de façon à ce que l'identification de la source soit possible en tout temps.

² Le fabricant ainsi que le fournisseur d'une source radioactive scellée de haute activité au sens de l'art. 96 doivent garantir que celle-ci est identifiée par un numéro unique. Ce numéro doit être gravé ou imprimé en profondeur sur la source et 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 ISO 2919³⁰.

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. 95 Exigences complémentaires 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. Ce contrôle doit être effec-

³⁰ 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. Elles peuvent être obtenues contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur, www.snv.ch

tué par un service accrédité pour cette tâche ou reconnu par l'autorité de surveillance.

² L'enveloppe des sources radioactives scellées dont l'activité excède le centuple de la limite d'autorisation doit répondre aux exigences de la norme ISO 2919³¹ correspondant à l'application envisagée et être classifiée en conséquence.

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 7 Sources radioactives scellées de haute activité

Art. 96 Définition

Une source radioactive scellée de haute activité est une source radioactive scellée dont l'activité est plus élevée que la valeur donnée à l'annexe 9.

Art. 97 Inventaire

¹ L'autorité délivrant les autorisations tient un inventaire des titulaires d'autorisation et des sources radioactives 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. 98 Exigences

¹ Avant de se voir octroyer une autorisation pour la manipulation de sources radioactives scellées de haute activité, le requérant doit prouver qu'il a pris les mesures préventives appropriées pour l'élimination ultérieure de ces sources.

² Le titulaire de l'autorisation est tenu de contrôler au moins une fois par année que chacune des sources radioactives scellées de haute activité, et le cas échéant, son récipient de protection, se trouve dans un bon état et effectivement à l'endroit où elle est utilisée ou stockée. Il notifie le résultat du contrôle à l'autorité délivrant les autorisations.

³¹ 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. Elles peuvent être obtenues contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur, www.snv.ch

Art. 99 Sécurité et sûreté

¹ Pour chaque source radioactive 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, détermine les principes concernant les exigences constructives, techniques, organisationnelles et administratives pour les mesures de sécurité et de sûreté.

Section 8 Mesures assurant la qualité**Art. 100**

¹ Le titulaire de l'autorisation doit veiller à ce que les sources de rayonnement:

- a. fassent l'objet d'un contrôle avant d'être utilisées pour la première fois;
- b. fassent régulièrement l'objet d'un contrôle et d'une révision.

² L'al. 1 est aussi applicable aux systèmes de réception, de restitution et de documentation de l'image médicaux ainsi qu'aux systèmes d'examen en médecine nucléaire et aux activimètres.

³ Le DFI, en accord avec l'IFSN, peut fixer l'étendue minimale et la périodicité du contrôle ainsi que 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 nationales et internationales d'assurance de la qualité.

Section 9**Transport, importation, exportation et transit de matières radioactives****Art. 101** Transport en dehors de l'enceinte de l'entreprise

¹ La personne qui transporte ou fait transporter des matières 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 matières 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 entretenus.

³ Si l'expéditeur et le transporteur disposent d'un système d'assurance de qualité pour le transport de matières 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, si elle est nécessaire, une autorisation de transporter des matières radioactives.

Art. 102 Transport à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise

Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe les exigences concernant le transport de matières radioactives à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise.

Art. 103 Importation, exportation et transit

¹ Les matières radioactives peuvent uniquement être importées, exportées ou passées en transit aux postes 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 Bq³²;
- d. le numéro de l'autorisation du destinataire (en cas d'importation) ou de l'expéditeur (en cas d'exportation) en Suisse.

³ Toute personne désirant stocker des matières radioactives dans un entrepôt douanier ouvert ou dans un dépôt franc sous douane doit présenter, pour chaque stockage, une autorisation conformément à l'art. 28 LRaP.

⁴ L'autorité délivrant les autorisations peut exiger qu'une autorisation séparée soit sollicitée pour chaque importation, exportation ou transit de sources radioactives scellées de haute activité.

Section 10 Matières radioactives orphelines

Art. 104

¹ S'il existe une probabilité élevée que des matériaux à valoriser ou des déchets contiennent des matières radioactives orphelines, les entreprises ont l'obligation de contrôler selon une procédure adéquate, dans le cadre de leur exploitation ou de leur préparation à l'exportation, l'éventuelle présence de telles matières radioactives et, le cas échéant, de les placer en sécurité dans un lieu adéquat. Ceci s'applique notamment:

³² Bq = Becquerel

- a. aux entreprises dans lesquelles des déchets urbains ou de composition analogue sont incinérés;
- b. aux entreprises qui valorisent la ferraille;
- c. aux entreprises qui préparent de la ferraille pour l'exportation.

² Les obligations des entreprises concernées sont précisées dans l'autorisation.

Section 11 Libération

Art. 105 Libération du régime de l'autorisation et de la surveillance

Est libérée du régime de l'autorisation et de la surveillance, la manipulation:

- a. de matières qui ont été rejetées dans l'environnement conformément aux art. 111 à 116;
- b. de matières qui ont été libérées ou rejetées dans l'environnement conformément à l'ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection³³;
- c. de matières provenant d'une activité soumise à autorisation et qui ont été libérées conformément à l'art. 106;
- d. de NORM qui ont été rejetées dans l'environnement conformément à l'art. 169.

Art. 106 Mesure de libération et autres méthodes de libération

¹ Le titulaire de l'autorisation peut libérer la manipulation de matières du régime de l'autorisation et de la surveillance lorsqu'il prouve par une mesure (mesure de libération):

- a. que le débit de dose ambiante maximal à 10 cm de la surface, après déduction du rayonnement naturel, est inférieur à 0,1 $\mu\text{Sv/h}$, et
- b. qu'une des conditions suivantes est remplie:
 - 1. l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération,
 - 2. l'activité absolue est inférieure à l'activité d'un kg d'une matière dont l'activité spécifique correspond à la limite de libération.

² Lorsque des personnes peuvent être contaminées lors de la manipulation des matières libérées visées à l'al. 1, il faut de plus s'assurer par une mesure que la valeur directrice pour la contamination de surface, indiquée à l'annexe 3, colonne 12, est respectée.

³ Pour effectuer une moyenne des valeurs mesurées conformément aux al. 1 et 2 en vue de s'assurer que la limite de libération n'est pas dépassée ou que les valeurs

³³ [RO 1994 1947, 1995 4959 ch. II 2, 1996 2129, 2000 107 934 2894, 2001 3294 ch. II 7, 2005 601 annexe 7 ch. 3 2885 annexe ch. 7, 2007 1469 annexe 4 ch. 44 5651, 2008 3153 art. 10 ch. 2 5747 annexe ch. 22, 2010 5191 art. 20 ch. 4 5395 annexe 2 ch. II 3, 2011 5227 ch. I 2.7, 2012 7065 ch. I 5 7157, 2013 3041 ch. I 5 3407 annexe 6 ch. 3]

directrices pour la contamination de surface, indiquée à l'annexe 3, colonne 12, sont satisfaites, les grandeurs suivantes doivent être respectées:

- a. pour la mesure de l'activité: 100 kg;
- b. pour la mesure de la contamination de surface: 100 cm².

⁴ Dans des situations qui le justifient, l'autorité de surveillance peut donner son accord à l'utilisation de valeurs plus élevées que celles fixées à l'al. 3.

⁵ La manipulation de matières radioactives solides ou liquides peut être libérée sans une détermination de leur activité par une mesure lorsque:

- a. le débit de dose ambiante maximal à dix cm de la surface, après déduction du rayonnement naturel, est inférieur à 0,1 µSv/h;
- b. l'al. 2 est respecté, et que
- c. une des conditions suivantes est remplie:
 1. il est possible de prouver, par un bilan des matières engagées ou par l'exclusion d'une activation, que l'activité est inférieure à la limite de libération,
 2. l'autorité de surveillance a donné son accord aux modèles et calculs démontrant que la limite de libération n'est pas atteinte.

⁶ L'autorité de surveillance peut déterminer les conditions selon lesquelles les résultats d'une mesure de libération doivent lui être notifiés avant la libération des matières.

Art. 107 Interdiction de mélanges

Il est interdit de mélanger des matières radioactives à des matières qui ne le sont pas dans le but de soustraire leur manipulation au régime de l'autorisation et à la surveillance. Les art. 111 à 116 et 169 sont réservés.

Chapitre 7 Déchets radioactifs

Section 1 Principes

Art. 108 Définition

Les déchets radioactifs sont des matières radioactives qui ne seront pas réutilisées et qui ne contiennent pas que des NORM.

Art. 109 Réutilisation

¹ On entend par réutilisation un usage concret planifié d'une matière radioactive dans le cadre d'une activité autorisée et qui interviendra dans les trois années qui suivent la dernière utilisation. L'autorité de surveillance peut accorder une prolongation du délai.

² L'autorité de surveillance peut exiger qu'une matière radioactive soit réutilisée.

Art. 110 Contrôle et documentation

Les titulaires d'autorisation doivent:

- a. contrôler leurs stocks de déchets radioactifs;
- b. tenir un registre des activités déterminantes pour leur traitement ultérieur ainsi que de leur composition;
- c. tenir un registre des déchets radioactifs rejetés dans l'environnement.

Section 2 **Rejet dans l'environnement****Art. 111** Principes

¹ Sont notamment considérés comme rejet dans l'environnement la mise en décharge, l'élimination dans les déchets ménagers, le rejet dans l'air évacué et dans les eaux usées, l'incinération, la valorisation ou la remise à un centre de recyclage.

² Seuls les déchets radioactifs de faible activité peuvent être rejetés dans l'environnement.

³ Les déchets radioactifs ne peuvent être rejetés dans l'environnement qu'avec une autorisation et sous le contrôle du titulaire de l'autorisation.

⁴ Les déchets radioactifs peuvent être rejetés dans l'environnement par le titulaire de l'autorisation sans accord de l'autorité délivrant les autorisations et sans une autorisation spécifique selon l'art. 112, al. 2, lorsque:

- a. le débit de dose ambiante maximal à 10 cm de la surface est inférieur à 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ après déduction du rayonnement naturel;
- b. les exigences fixées à l'art. 106, al. 2, sont remplies, et que
- c. l'activité totale rejetée par semaine et par autorisation ne dépasse pas l'activité de 10 kg d'une matière dont l'activité spécifique correspond à la limite de libération.

⁵ Avant le rejet de déchets radioactifs, les étiquettes, les signes de danger et toute autre indication signalant la radioactivité doivent être retirés.

Art. 112 Rejet par l'air évacué et les eaux usées

¹ Les substances radioactives liquides ou en suspension dans l'air peuvent être rejetées via l'air évacué dans l'atmosphère ou via les eaux usées dans les eaux de surface.

² L'autorité délivrant les autorisations fixe pour chaque emplacement de rejet les taux maximums admissibles des rejets et le cas échéant leurs concentrations d'activité.

³ Elle fixe les taux et les concentrations d'activité des rejets de sorte que la contrainte de dose visée à l'art. 13, al. 3, et les limites d'immission fixées à l'art. 24 ne soient pas dépassées.

⁴ Elle peut augmenter d'un facteur allant jusqu'à 3 la concentration d'activité 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 a lieu jusqu'au rejet dans les eaux usées accessibles au public.

Art. 113 Mesures de contrôle

¹ L'autorité délivrant les autorisations définit, conformément à l'art. 112, al. 2 à 4, la surveillance des émissions dans l'autorisation. Elle peut prévoir dans l'autorisation une obligation de notification.

² La surveillance des immissions est régie par l'art. 191.

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 de surveillance peut exiger que des expertises météorologiques et des mesures visant à caractériser l'état radiologique initial (mesures «point zéro») soient effectuées avant la mise en exploitation.

⁵ Le titulaire de l'autorisation peut faire appel, avec l'accord de l'autorité de surveillance, à des services externes pour effectuer les mesures de surveillance.

Art. 114 Mise en décharge avec l'accord de l'autorité délivrant les autorisations

¹ Les déchets radioactifs peuvent, au cas par cas et avec l'accord de l'autorité délivrant les autorisations, être mis en décharge pour stockage définitif lorsque:

- a. en tenant compte des autres matières présentes dans la décharge, la limite de libération n'est dans l'ensemble pas dépassée, ou que
- b. suite à ce rejet, une dose efficace de 10 µSv par année civile ne peut être accumulée à aucun moment.

² L'OFSP surveille le respect des limites de la dose efficace dans le cadre du programme de prélèvement et de mesure visé à l'art. 193.

³ L'activité spécifique des déchets radioactifs lors du rejet ne doit pas dépasser 100 fois la limite de libération et pour les déchets contenant du radium d'origine artificielle, 1000 fois cette limite.

⁴ Le rejet de déchets radioactifs contenant du radium d'origine artificielle est subordonné aux conditions supplémentaires suivantes:

- a. les déchets ont été produits avant le 1^{er} octobre 1994;
- b. une élimination par les canaux habituels est impossible ou requiert des moyens disproportionnés;
- c. une mise en décharge constitue une solution nettement meilleure, pour l'être humain et pour l'environnement, qu'un maintien en l'état.

Art. 115 Valorisation avec l'accord de l'autorité délivrant les autorisations

L'autorité délivrant les autorisations peut fixer des conditions pour la valorisation de déchets radioactifs, notamment de métaux, dont l'activité spécifique est au maximum égale à 10 fois la limite de libération, lorsqu'il peut être garanti que l'activité spécifique des matériaux qui résultent de la valorisation envisagée, est inférieure à la limite de libération.

Art. 116 Incinération avec l'accord de l'autorité délivrant les autorisations

¹ Les déchets radioactifs combustibles peuvent être incinérés, avec l'accord de l'autorité délivrant les autorisations, dans des installations pour le traitement thermique des déchets conformément à l'ordonnance du 4 décembre 2015 sur les déchets (OLED)³⁴ lorsque:

- a. le respect de la limite de libération est démontré par une surveillance de la concentration de l'activité ou un calcul de la contamination possible des résidus de combustion;
- b. les déchets ne contiennent que les radionucléides H-3 ou C-14;
- c. que l'activité hebdomadaire admise à l'incinération ne dépasse pas l'équivalent de 1000 fois la limite d'autorisation.

² Dans des cas justifiés, l'autorité délivrant les autorisations peut autoriser l'incinération de déchets radioactifs combustibles contenant d'autres radionucléides que ceux prévus à l'al. 1, let. b.

Section 3 Traitement des déchets radioactifs**Art. 117** Stockage pour décroissance

¹ Les déchets radioactifs contenant uniquement des radionucléides de période égale ou inférieure à 100 jours doivent chaque fois que cela est possible être maintenus dans les entreprises qui les ont produits jusqu'à ce que leur activité ait décréu à un niveau qui permet de les libérer selon l'art. 106 ou de les rejeter dans le cadre des quantités autorisées conformément à l'art. 112, al. 2.

² Les déchets radioactifs dont l'activité, du fait de leur décroissance radioactive, atteindra au plus tard 30 ans après la fin de l'utilisation de la matière d'origine un niveau permettant leur libération conformément à l'art. 106 ou leur valorisation selon l'art. 115 doivent être entreposés jusqu'à cette date, si aucune solution alternative globalement plus avantageuse pour l'être humain et l'environnement n'est disponible. 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 entreposés de manière à empêcher le rejet incontrôlé de substances radioactives et à minimiser le risque d'incendie;

³⁴ RS 814.600

- b. marqués et assortis d'une documentation indiquant leur type, leur teneur en radioactivité et la date envisagée pour leur libération.

⁴ Avant la libération, il faut s'assurer que les exigences fixées à l'art. 106, 112 ou 115 sont remplies.

Art. 118 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 doivent être retenus par des dispositifs techniques appropriés.

² Les déchets radioactifs liquides qui ne peuvent pas être rejetés dans l'environnement doivent être solidifiés en une forme chimiquement stable.

³ L'autorité de surveillance peut admettre des exceptions aux al. 1 et 2 ou d'autres formes de traitement dans la mesure où une meilleure solution pour l'être humain et pour l'environnement est réalisable.

Section 4 Livraison de déchets radioactifs

Art. 119 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 conformément à l'art. 118.

² Ne doivent pas être livrés au centre fédéral de ramassage l'IPS:

- a. les déchets radioactifs qui peuvent être rejetés dans l'environnement;
- b. les déchets radioactifs de courte période visés à l'art. 117.

³ Le DFI règle les modalités techniques du traitement des déchets radioactifs à livrer jusqu'à leur prise en charge par le centre fédéral de ramassage.

Art. 120 Désignation et tâches du centre fédéral de ramassage

¹ Le centre fédéral de ramassage est exploité par l'Institut Paul Scherrer (IPS).

² Il prend en charge les déchets radioactifs devant lui être livrés et veille à ce qu'ils soient emmagasinés, traités et entreposés dans un dépôt intermédiaire.

Art. 121 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 8 Défaillances

Section 1 Définition

Art. 122

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 qui
- c. a ou aurait pu donner lieu à un dépassement d'une limite de dose.

Section 2 Prévention

Art. 123 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 fixées dans l'autorisation doivent pouvoir être respectées;
- b. pour les défaillances dont la fréquence est située entre 10^{-1} et 10^{-2} par année, une défaillance isolée ne doit pas générer une dose supplémentaire excédant la contrainte de dose;
- c. pour les défaillances dont la fréquence est située entre 10^{-2} et 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 située entre 10^{-4} et 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.

³ L'exploitation doit être conçue de façon que seul un faible nombre des défaillances visées à l'al. 2, let. c ou d, puissent survenir.

⁴ 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.

⁵ Elle fixe dans les cas d'espèce la méthode et les conditions pour l'analyse des défaillances et pour leur classement dans les catégories de fréquences fixées à l'al. 2, let. b à d. La dose efficace ou les doses équivalentes aux organes issues de l'irradia-

tion de personnes en raison des défaillances sont à déterminer selon l'état de la science et de la technique au moyen des grandeurs d'appréciation et des coefficients de dose des annexes 3, 5 et 6.

⁶ 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 en continu aux autorités de surveillance au moyen d'un réseau résistant aux défaillances.

Art. 124 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 défaillances, leurs conséquences pour l'entreprise et le voisinage, ainsi que leur fréquence approximative;
- e. dans le cas des entreprises visées à l'art. 136, le plan de protection de la population en cas d'urgence.

³ L'autorité de surveillance peut exiger d'autres documents.

Art. 125 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 appropriés soient en tout temps à disposition pour maîtriser une défaillance et ses conséquences; cette prescription s'applique également à la lutte contre le feu dans les locaux où sont manipulées des matières 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 afin de maîtriser une défaillance et ses conséquences ne reçoive pas, dans

chaque cas individuel, une dose efficace supérieure à 50 mSv ou, pour le sauvetage de vies humaines, supérieure à 250 mSv.

⁶ Ils doivent renseigner les organes cantonaux compétents et les services d'intervention sur les matières radioactives présentes dans leur entreprise.

⁷ L'autorité de surveillance peut exiger que les liaisons, le fonctionnement des moyens d'intervention et les compétences requises pour le personnel soient contrôlés lors d'exercices. Elle peut organiser elle-même des exercices.

Section 3 Mesures à prendre pour maîtriser une défaillance

Art. 126 Mesures d'urgence prises par les titulaire d'autorisation

¹ Les titulaires d'autorisation doivent entreprendre tous les efforts possibles propre à maîtriser une défaillance et ses conséquences.

² Ils doivent en particulier et sans délai:

- 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 qu'une surveillance de la dose et des instructions;
- d. recenser les intervenants, 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. 127 Obligation de notification pour les titulaires d'autorisation

Les titulaires d'autorisation sont tenus de notifier à temps les défaillances comme suit:

- a. à l'autorité de surveillance, toute défaillance;
- b. en outre, à la Centrale nationale d'alarme (CENAL), les défaillances visées à l'art. 122, let. b;
- c. en outre à l'OFSP, les défaillances dans le domaine de surveillance de la CNA;
- d. à la CNA les défaillances ayant conduit à un dépassement d'une limite de dose pour les personnes de leur entreprise professionnellement exposées aux radiations.

Art. 128 Obligations de l'autorité de surveillance

¹ L'autorité de surveillance évalue la défaillance. Dans le domaine de surveillance de la CNA, l'OFSP doit être informé des résultats de l'évaluation.

² L'autorité de surveillance transmet aux autorités concernées les informations concernant les défaillances qui sont nécessaires à l'exécution de leurs tâches.

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)³⁵.

Art. 129 Enquête et rapport des titulaires d'autorisation

¹ Après toute défaillance, les titulaires d'autorisation doivent effectuer sans délai une enquête.

² Le résultat de l'enquête doit être consigné dans un rapport qui comprend:

- a. la description de la défaillance, ses causes, les conséquences qu'elle a eues et pourrait encore avoir et les mesures prises;
- b. la description des mesures prévues ou déjà prises pour prévenir des défaillances similaires.

³ Le titulaire de l'autorisation remet le rapport à l'autorité de surveillance au plus tard six semaines après la défaillance.

Art. 130 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. 131 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 3 Situations d'exposition d'urgence**Chapitre 1 Définition et niveaux de référence****Art. 132** Définition

Un cas d'urgence est une défaillance au sens de l'art. 122 ou un autre événement avec augmentation de la radioactivité qui exige des mesures immédiates afin d'atténuer ou d'éviter des conséquences négatives graves pour la santé humaine et la sécurité, pour les conditions de vie et pour l'environnement.

³⁵ L'échelle d'évaluation peut être consultée sur le site de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) à l'adresse: www.ensi.ch > Protection en cas d'urgence > échelle de classement des événements nucléaires.

Art. 133 Niveaux de référence pour le public

¹ Dans les situations d'urgence, un niveau de référence de 100 mSv durant la première année est applicable au public.

² En fonction de la situation, l'Etat-major fédéral compétent en cas d'événement ABCN (EM ABCN) selon l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN³⁶ peut proposer au Conseil fédéral une baisse du niveau de référence.

Art. 134 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 aux personnes astreintes dans le cadre de leur engagement.

² En fonction de la situation l'EM ABCN peut proposer au Conseil fédéral des niveaux de référence plus bas pour certaines activités des personnes astreintes.

³ Un niveau de référence de 250 mSv par année est applicable pour sauver des vies humaines, empêcher de graves dommages sanitaires induits par les rayonnements ou empêcher une catastrophe.

Chapitre 2 Mesures préparatoires**Art. 135** Mise en œuvre de la prévention des situations d'urgence

¹ L'Office fédéral de la protection de la population (OFPP) est responsable, en collaboration avec les services compétents et les cantons, de l'élaboration du plan d'urgence national.

² L'OFSP élabore, en collaboration avec l'OFPP, une stratégie de radioprotection pour le plan d'urgence national. Cette stratégie doit se fonder sur des valeurs de référence. L'IFSN fournit les bases nécessaires concernant les scénarios de référence des centrales nucléaires.

³ L'OFPP veille, en collaboration avec l'OFSP, aux préparatifs de l'organisation de prélèvement d'échantillons et de mesure conformément à l'art. 4a de l'ordonnance du 17 octobre 2007 sur la Centrale nationale d'alarme (OCENAL)³⁷.

⁴ L'OFSP est responsable de la préparation des mesures requises pour la protection de la santé de la population. La préparation des mesures de protection durant la phase aiguë au sens de l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN³⁸ demeure réservée.

⁵ L'OFSP veille au maintien des connaissances concernant le traitement des personnes fortement irradiées.

⁶ L'OFSP et l'IFSN fixent, en collaboration avec la CENAL, les méthodes et les modèles à appliquer lors de la détermination des doses de rayonnements.

³⁶ RS 520.17

³⁷ RS 520.18

³⁸ RS 520.17

Art. 136 Préparation de mesures de protection d'urgence au voisinage d'entreprises

¹ S'agissant des entreprises dans lesquelles une situation d'urgence peut se produire en raison des quantités et des activités de radionucléides autorisées, l'autorité délivrant les autorisations fixe dans quelle mesure ces entreprises doivent participer à la préparation et à l'exécution des mesures de protection 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 de protection d'urgence et les informe des mesures prises.

³ L'ordonnance du 20 octobre 2010 sur la protection d'urgence³⁹ et l'ordonnance du 18 août 2010 sur l'alarme⁴⁰ s'appliquent à l'alerte et à l'alarme ainsi qu'à la préparation et à l'exécution des mesures de protection dans le cas d'une augmentation de la radioactivité au voisinage des installations nucléaires.

Chapitre 3 Mesures à prendre pour maîtriser une situation d'urgence**Art. 137** Obligation de notification

L'OFSP notifie tout cas d'urgence à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) conformément au Règlement sanitaire international (2005) du 23 mai 2005⁴¹.

Art. 138 Obligation d'information

L'autorité de surveillance veille à ce que les personnes concernées dans l'entreprise, le public et les cantons concernés soient informés à temps des situations d'urgence.

Art. 139 Détermination des doses de rayonnements

¹ L'OFSP est responsable du calcul, du bilan et de la vérification des doses de rayonnements reçues par le public. Durant la phase aiguë, cette responsabilité incombe à la CENAL conformément à l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN⁴².

² Les coefficients de dose indiqués aux annexes 5 et 6 sont applicables au calcul simplifié des doses.

Art. 140 Conduite dans les situations d'exposition d'urgence

¹ L'EM ABCN est chargé de la conduite dans les situations d'exposition d'urgence selon l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN⁴³. Il prend en

³⁹ RS 732.33

⁴⁰ RS 520.12

⁴¹ RS 0.818.103

⁴² RS 520.17

⁴³ RS 520.17

compte la mise en œuvre de la prévention des situations d'urgence indiquée à l'art. 135.

² En cas d'événement, la CENAL engage l'organisation de prélèvement d'échantillons et de mesure conformément à l'art. 4a OCENAL⁴⁴.

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 du public.

Art. 141 Passage à la situation d'exposition existante ou planifiée

Sur la base de la situation radiologique, l'EM ABCN propose au Conseil fédéral le passage d'une situation d'exposition d'urgence à une situation d'exposition existante ou planifiée.

Chapitre 4 Personnes astreintes

Art. 142 Groupes de personnes

¹ Dans une situation d'exposition d'urgence 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 membres de la police, du corps des sapeurs-pompiers professionnels, des premiers secours, de la protection civile et de l'armée;
- c. les personnes et les entreprises telles que les équipes de mesure et de protection contre les rayonnements chargées de parer aux dommages immédiats;
- 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 irradiées ou à d'autres personnes concernées;
- g. les personnes et les entreprises qui doivent entretenir des infrastructures critiques;
- h. les personnes et les entreprises qui doivent maintenir des services publics indispensables.

² Les art. 134 et 143 à 146 sont applicables à la protection des sapeurs-pompiers de milice.

³ Les personnes de moins de 18 ans et les femmes enceintes sont dispensées des tâches visées à l'al. 1.

Art. 143 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. 59, al. 2 à 5.

Art. 144 Instruction

¹ Dans une situation d'exposition d'urgence, les personnes astreintes doivent recevoir une instruction. Le DFI, en accord avec l'IFSN et le Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS), définit:

- a. les buts de l'instruction;
- b. les activités que les personnes peuvent exercer suite à l'instruction qu'elles ont reçue.

² Les autorités, les administrations, les organisations et les entreprises concernées sont responsables de l'instruction.

Art. 145 Équipement

¹ Les personnes astreintes disposent de l'équipement nécessaire à l'exécution de leurs tâches et à la protection de leur santé. L'EMF ABCN assume une fonction de coordination dans le domaine de l'équipement.

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. 146 Couverture d'assurance et indemnisation

¹ En cas d'augmentation de la radioactivité, les personnes astreintes sont assurées contre les accidents et la maladie.

² 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 militaire⁴⁵. On peut au besoin faire appel à l'assurance militaire pour l'exécution.

⁴⁵ RS 833.1

³ 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.

Chapitre 5

Dépassement des teneurs maximales pour les radionucléides dans les denrées alimentaires

Art. 147

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 d'une teneur maximale pour les radionucléides dans les denrées alimentaires, ils prennent des mesures conformément à la législation sur les denrées alimentaires et informent l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV).

² L'OSAV informe l'OFSP et les autres cantons des notifications qui lui parviennent aux termes de l'al. 1.

Titre 4 Situations d'exposition existante

Chapitre 1 Principes

Art. 148

¹ Un niveau de référence de 1 mSv par année civile est applicable aux situations d'exposition existante. Sont réservés le niveau de référence du radon visé à l'art. 155 ainsi que la valeur de seuil visée à l'art. 156.

² L'OFSP peut, au cas par cas, proposer au Conseil fédéral des niveaux de référence pouvant aller jusqu'à 20 mSv par année civile, notamment lorsque les mesures visées à l'art. 171 l'exigent.

Chapitre 2 Héritages radiologiques

Section 1 Définition

Art. 149

Les héritages radiologiques sont:

- a. les objets provenant d'activités antérieures qui contiennent des radionucléides et qui seraient classés comme matières radioactives aux termes de la présente ordonnance;
- b. les objets dont le délai d'autorisation de type à l'emploi général ou limité, conformément à l'art. 29, let. c, L RaP, a expiré et n'a pas été prolongé;

- c. les biens-fonds contaminés suite à des activités antérieures qui ne remplissent pas les exigences de la présente ordonnance.

Section 2 Objets

Art. 150

¹ L'OFSP veille à l'élimination des héritages radiologiques sous la forme d'objets. L'élimination se fonde entre autre sur les art. 108 à 121.

² Ces objets peuvent être réutilisés si une autorisation a été délivrée à cette fin.

Section 3 Biens-fonds

Art. 151 Inventaire des biens-fonds potentiellement contaminés

¹ L'OFSP tient un inventaire des biens-fonds potentiellement contaminés et réunit à cet effet les informations suivantes:

- a. les données concernant le bien-fonds (coordonnées géographiques, numéro de parcelle, bâtiment et terrain);
- b. les données concernant les activités antérieures sur le bien-fonds et la période correspondante;
- c. les données d'examen;
- d. les données concernant le propriétaire et l'utilisateur du bien-fonds (nom, adresse, numéro postal, localité);
- e. la décision d'assainissement;
- f. les données concernant l'assainissement et les résultats des mesures de libération après assainissement, y compris les éventuelles restrictions.

² Les collaborateurs de la division Radioprotection de l'OFSP ont un accès électronique aux données de l'inventaire dans le cadre des missions qui leur sont confiées.

³ L'OFSP informe régulièrement la CNA et les cantons concernés de l'état de l'inventaire.

Art. 152 Examen des biens-fonds

¹ L'OFSP veille à ce qu'un examen des biens-fonds visés à l'art. 151 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 biens-fonds concernés pour leur examen.

³ L'OFSP fixe la procédure des examens.

⁴ Il exécute les examens. Il peut charger des tiers de l'exécution des examens.

Art. 153 Assainissement des biens-fonds

¹ En se fondant sur l'examen, l'OFSP évalue la dose efficace reçue par les personnes qui séjournent dans le bâtiment.

² Il informe les personnes concernées, le propriétaire du bien-fonds, l'utilisateur, le canton et la commune des résultats de l'examen.

³ Si la dose est supérieure au niveau de référence fixé à l'art. 148, al. 1, il désigne le bien-fonds comme nécessitant un assainissement et en informe le propriétaire.

Art. 154 Échange d'information

¹ L'OFSP informe les cantons concernés des héritages radiologiques potentiels.

² Les cantons informent l'OFSP des investigations planifiées, des mesures de surveillance et des assainissements de sites pollués lorsque la probabilité d'identifier des héritages radiologiques est élevée. Ceci est notamment le cas lorsque des peintures luminescentes au radium ont été utilisées par l'industrie.

Chapitre 3 Radon

Section 1 Dispositions générales

Art. 155 Niveau 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 de mesures de protection conformément à l'art. 166.

² Un niveau de référence de 300 Bq/m³ s'applique pour la concentration annuelle moyenne de radon dans les locaux où des personnes séjournent régulièrement durant plusieurs heures par jour. Sont réservées les dispositions visées à l'art. 156.

Art. 156 Valeur de seuil aux postes de travail exposés au radon

¹ La valeur de seuil aux postes de travail exposés au radon correspond à la concentration de radon dont le dépassement implique la prise de mesures conformément à l'art. 167.

² Une valeur de seuil de 1000 Bq/m³ est applicable pour la concentration annuelle moyenne de gaz radon aux postes de travail exposés au radon.

³ Sont considérés comme exposés au radon les postes de travail pour lesquels la valeur de seuil est dépassée ou est présumée dépassée. Il s'agit en particulier des postes de travail dans les installations souterraines, dans les mines, dans les cavernes et dans les installations d'alimentation en eau ainsi que ceux que l'autorité de surveillance classe comme tels.

Art. 157 Service technique et d'information sur le radon

¹ L'OFSP gère un service technique et d'information sur le radon.

² Le service assume notamment les tâches suivantes:

- a. il émet régulièrement des recommandations sur les mesures de protection et appuie les cantons dans l'exécution;
- b. il publie, en accord avec les cantons, la carte du radon;
- c. il informe et conseille les cantons, les propriétaires de bâtiments, les locataires, les spécialistes de la construction et les autres milieux intéressés;
- d. il conseille les personnes concernées et les services intéressés sur les mesures de protection adéquates;
- e. il met régulièrement à disposition des cantons une vue d'ensemble sur les bâtiments ayant fait l'objet de mesures du radon;
- f. il reconnaît et surveille les services de mesure du radon visés à l'art. 159;
- g. il se procure les bases scientifiques nécessaires à l'application des mesures de protection contre le radon;
- h. 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. 158 Compétence

Sont compétents pour l'exécution des mesures de protection contre le radon:

- a. dans les locaux où des personnes séjournent régulièrement durant plusieurs heures par jour conformément à l'art. 155, al. 2:
 1. les cantons,
 2. le DDPS, lorsqu'il s'agit de constructions militaires;
- b. aux postes de travail exposés au radon visés à l'art. 156: les autorités de surveillance.

Art. 159 Agrément des services de mesure du radon

¹ Les mesures du radon doivent être effectuées par un service de mesure agréé et selon des protocoles prescrits.

² L'OFSP reconnaît un service de mesure pour effectuer des mesures du radon, si ce service:

- a. dispose du personnel compétent et de systèmes de mesure appropriés pour remplir les tâches requises par la réglementation, et qu'il
- 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 stabilité de mesure.

Art. 160 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 la fin de la mesure dans la base de données du radon.

Art. 161 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, les propriétaires de bâtiments et d'autres personnes concernées lors de l'application de mesures préventives de protection contre le radon et lors des assainissements.

² L'OFSP tient une liste sur laquelle les consultants en radon actifs en Suisse et au bénéfice d'une formation et d'une formation continue conformément à l'art. 183, let. c, sont inscrits sur demande. Il publie la liste⁴⁶ et l'actualise régulièrement.

Art. 162 Base de données du radon

¹ L'OFSP gère une base 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 base de données centrale du radon pour chaque bâtiment:

- a. localisation (coordonnées, numéro de parcelle);
- b. numéro de bâtiment (EGID) et numéro de logement (EWID) au sens de l'ordonnance du 31 mai 2000 sur le Registre fédéral des bâtiments et des logements⁴⁷;
- c. informations sur les locaux;
- d. données de mesure du radon;
- e. données concernant l'assainissement;
- f. propriétaire et utilisateur (nom, adresse, code postal, lieu);
- g. date de construction.

³ Les collaborateurs du Service technique et d'information sur le radon de l'OFSP sont habilités à traiter les données de la base de données.

⁴⁶ La liste peut être consultée gratuitement sur les pages Internet de l'OFSP à l'adresse www.bag.admin.ch > Thèmes > Santé humaine > Rayonnement, radioactivité & son > Radon > Conseil par des spécialistes en radon.

⁴⁷ RS 431.841

⁴ Ont un accès électronique aux informations de la base de données indiquées ci-dessous afin de remplir les tâches qui leur sont confiées:

- a. les services de mesure du radon agréés: accès aux données qu'ils ont eux-mêmes recueillies;
- b. les cantons: accès à toutes les données recueillies sur leur territoire;
- c. la CNA: accès à toutes les données recueillies aux postes de travail.

⁵ En vertu d'un accord de protection des données, l'OFSP peut mettre à disposition des informations provenant de la base de données à des fins de recherche aux conditions suivantes:

- a. les données sont anonymisées dans la mesure où l'objectif du traitement le permet;
- b. les données ne sont pas transmises à des tiers;
- c. si les résultats sont publiés, ils le sont sous une forme totalement anonymisée.

Section 2

Mesures préventives de protection contre le radon et mesures du radon

Art. 163 Protection contre le radon dans les nouveaux bâtiments et lors de transformations

¹ Dans le cadre de la procédure d'autorisation de construire pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments transformés, l'autorité délivrant les autorisations de construction rend attentif le propriétaire du bâtiment ou, dans le cas d'une nouvelle construction, le maître d'ouvrage, aux exigences de la présente ordonnance concernant la protection contre le radon, pour autant que cela soit judicieux.

² Le propriétaire du bâtiment ou, dans le cas d'une nouvelle construction, le maître d'ouvrage, doit veiller à ce que des mesures 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. 155, al. 2. Si l'état de la science et de la technique l'exige, une mesure du radon conforme à l'art. 159, al. 1, doit être effectuée.

Art. 164 Mesures du radon par le canton

¹ Le canton peut exiger du propriétaire d'un bâtiment que des mesures du radon soient effectuées dans les locaux où des personnes séjournent régulièrement plusieurs heures par jour.

² Il veille à ce que des mesures du radon conformes à l'art. 159, al. 1, soient effectuées dans les écoles et les jardins d'enfants.

³ Il peut effectuer d'autres mesures du radon.

⁴ Pour les constructions militaires, le DDPS est compétent pour ordonner des mesures du radon.

Art. 165 Mesures du radon aux postes de travail exposés au radon

¹ Les entreprises disposant de postes de travail exposés au radon veillent à ce que des mesures du radon conformes à l'art. 159, al. 1, soient effectuées par un service de mesure du radon agréé.

² L'autorité de surveillance peut effectuer des mesures par sondage aux postes de travail exposés au radon.

Section 3 Mesures visant à réduire l'exposition au radon

Art. 166 Assainissement lié au radon

¹ En cas de dépassement du niveau de référence visé à l'art. 155, al. 2, le propriétaire prend les mesures d'assainissement nécessaires. Des recommandations de l'OFSP et des cantons concernant l'urgence des mesures d'assainissement lui sont remises.

² Si le propriétaire du bâtiment demeure inactif, le canton peut ordonner l'assainissement lié au radon.

³ Si le niveau de référence du radon est dépassé dans une école ou un jardin d'enfants, le canton ordonne l'assainissement dans un délai de trois ans à compter de la constatation du dépassement.

⁴ Le propriétaire du bâtiment assume les frais de l'assainissement.

Art. 167 Mesures de protection aux postes de travail

¹ Si la valeur de seuil visée à l'art. 156 est dépassée, l'entreprise doit déterminer la dose efficace annuelle due au radon reçue par les personnes exposées et la vérifier au moins tous les cinq ans.

² Si la dose efficace d'une personne exposée à son poste de travail est supérieure à 10 mSv par année civile, l'entreprise prend immédiatement des mesures organisationnelles ou techniques afin de réduire la dose.

³ Si, malgré ces mesures, la dose efficace reçue par une personne à son poste de travail est supérieure à 10 mSv par année civile, la personne est considérée comme professionnellement exposée aux radiations.

⁴ Le DFI, après avoir consulté la CNA, fixe la méthode pour déterminer la dose efficace annuelle due au radon.

Chapitre 4 Matières radioactives naturelles (NORM)

Art. 168 Branches industrielles concernées

¹ Les branches industrielles concernées par les 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 (géothermie profonde);
- d. l'industrie du zircon et du zirconium;
- e. la fabrication de ciment et l'entretien des fours à clinker;
- f. l'entretien et le démontage de revêtements réfractaires en matériaux contenant du zircon;
- g. la construction de tunnels dans des formations rocheuses riches en uranium ou en thorium.

² Dans les branches industrielles concernées par les NORM, les entreprises doivent déterminer, à l'aide de mesures représentatives:

- a. si la limite de libération des NORM est dépassée dans les matières émises;
- b. si le personnel est professionnellement exposé aux radiations au sens de l'art. 51, al. 1 et 2;
- c. si la manipulation de NORM peut conduire à une dose pour un membre du public qui n'est pas négligeable du point de vue de la radioprotection.

³ Les entreprises fournissent à l'OFSP les preuves des contrôles visés à l'al. 2 et leurs résultats.

⁴ L'OFSP apporte son soutien aux entreprises dans l'établissement des faits visés à l'al. 2, let. b et c.

⁵ L'OFSP et la CNA peuvent effectuer des mesures par sondage dans les branches industrielles concernées par les NORM.

Art. 169 Rejet de NORM dans l'environnement

¹ Les NORM dont l'activité spécifique est supérieure à la limite de libération correspondante peuvent, avec l'accord de l'autorité délivrant les autorisations, être rejetées dans l'environnement:

- a. si une élimination par les canaux habituels n'est pas possible ou requiert des moyens disproportionnés, et
- b. s'il est possible de garantir par des mesures appropriées que la dose efficace induite par leur rejet reste inférieure à 0,3 mSv par année civile pour les membres du public.

² L'OFSP surveille le respect des limites de la dose efficace dans le cadre du programme de prélèvement d'échantillons et de mesures visé à l'art. 193.

³ Les NORM ne peuvent être exportées en vue de leur rejet dans l'environnement que si l'autorité compétente du pays de destination a donné son accord et que les conditions fixées à l'al. 1 sont remplies.

Art. 170 Matériaux de construction

¹ En vue de déterminer l'exposition du public, l'OFSP contrôle par sondage si l'indice de concentration d'activité est supérieur à 1 dans les matériaux de construction qui ont été classés comme préoccupants du point de vue de la radioprotection.

² Si l'indice de concentration d'activité est supérieur à 1, l'OFSP effectue une estimation de la dose afin de garantir que le niveau de référence visé à l'art. 148 est respecté.

³ L'OFSP informe la population de ces résultats.

Chapitre 5 Contamination durable après une situation d'urgence

Art. 171

L'OFSP prépare les mesures à long terme que doivent prendre la Confédération et les cantons en vue de maîtriser les conséquences après le passage d'une situation d'exposition d'urgence à une situation d'exposition existante conformément à l'art. 141.

Titre 5 Formation et formation continue

Chapitre 1 Dispositions générales

Art. 172 Personnes qui doivent suivre une formation ou une formation continue

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 manipulent des rayonnements ionisants, qui planifient ou ordonnent cette manipulation ou qui sont exposées à ces rayonnements dans le cadre de leur activité, et qui sont ainsi 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 en radioprotection;
- d. les consultants en radon visés à l'art. 161, al. 1;
- e. les personnes qui, en cas de défaillance ou en situation d'urgence, manipulent des rayonnements ionisants, peuvent y être exposées, planifient ou ordonnent leur manipulation, exploitent des infrastructures critiques ou fournissent des services publics.

² Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, peut fixer des dérogations à l'exigence de formation continue dans les cas de manipulation de rayonnements ionisants présentant un faible risque.

Art. 173 Responsabilité pour la formation et la formation continue

¹ Sont responsables de la formation et de la formation continue:

- a. pour les personnes visées à l'art. 172, al. 1, let. a à c: les titulaires d'autorisation;
- b. pour les consultants en radon visés à l'art. 172, al. 1, let. d: les consultants en radon eux-mêmes;
- c. pour les personnes visées à l'art. 172, 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 ainsi que d'une formation continue.

² Les organismes responsables sont tenus de coordonner les formations et les formations continues de leurs employés et de les documenter. La documentation doit être conservée jusqu'à la cessation de l'activité dans l'entreprise.

Art. 174 Formation

¹ Les personnes visées à l'art. 172, al. 1, let. b à d, qui travaillent dans les domaines de la médecine, de l'industrie et des installations nucléaires, doivent être au bénéfice d'une formation en radioprotection reconnue et sanctionnée par un examen.

² Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, définit les personnes qui doivent être formées et les formations qu'elles doivent suivre.

³ En accord avec l'IFSN et le DDPS, il fixe si la formation des personnes prévues à l'art. 172, al. 1, let. a et e, doit faire l'objet d'une reconnaissance.

Art. 175 Formation continue

¹ La formation continue est axée sur le savoir et les compétences déjà acquises lors d'une formation. Elle doit garantir que les compétences et les connaissances sont maintenues et actualisées en fonction de l'état de la technique et de son application.

² Les personnes soumises à l'obligation de formation continue doivent suivre une telle formation au moins tous les cinq ans.

³ Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, peut, en tenant compte du niveau de risque:

- a. fixer des intervalles de formation continue plus courts ou plus longs;
- b. exiger que la formation continue fasse l'objet d'une reconnaissance.

Art. 176 Cours de formation et de formation continue

¹ Les autorités de surveillance et l'IPS organisent au besoin des cours de formation et de formation continue.

² Les autorités de surveillance peuvent charger d'autres services ou institutions d'organiser des cours de formation et de formation continue.

³ Le DDPS coordonne les cours de formation et de formation continue pour les personnes qui, en cas de défaillance ou en situation d'urgence, manipulent des rayonnements ionisants, peuvent y être exposées, planifient ou ordonnent leur manipulation, exploitent des infrastructures critiques ou fournissent des services publics.

⁴ Les autorités de surveillance et le DDPS peuvent exiger, dans leur domaine de compétence, que les personnes responsables de la formation et de la formation continue visées à l'art. 173 leur notifient la date de la réalisation, la forme, le contenu et l'étendue de la formation et de la formation continue des personnes soumises à ces obligations.

Art. 177 Aide financière

¹ L'OFSP peut, 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. 178 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 les connaissances et les compétences acquises remplissent les exigences indiquées au chap. 2 du présent titre.

Art. 179 Base de données sur la formation et la formation continue

¹ L'OFSP gère une base de données dans laquelle figurent les personnes soumises à une obligation de formation et de formation continue, à savoir:

- a. les personnes qui remplissent les conditions pour exercer la fonction d'expert en radioprotection;
- b. les agents de radioprotection et les techniciens en radioprotection visés à l'art. 183, let. b;

- c. les personnes qui ont l'obligation de suivre une formation continue reconnue conformément aux art. 182 ou 183;
- d. les consultants en radon visés à l'art. 161, al. 1.

² La base de données a pour but:

- a. de fournir les informations nécessaires concernant la formation professionnelle, la formation reconnue en radioprotection 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 la surveillance par les autorités dans le domaine de la formation et de la formation continue individuelles.

³ Les données ci-après concernant les personnes visées à l'al. 1 sont consignées dans la base de données:

- a. nom, nom antérieur et prénom;
- 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. 178.

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 ont elles-mêmes organisés.

⁶ L'OFSP donne aux personnes concernées l'accès électronique à leurs données personnelles enregistrées dans la base de données sur la formation et la formation continue.

Art. 180 Autorités de reconnaissance

¹ Les autorités de surveillance visées à l'art. 184 sont compétentes pour la reconnaissance des formations et des formations continues.

² Le Secrétariat général du DDPS (SG DDPS) est compétent pour la reconnaissance des formations et des formations continues des personnes qui, uniquement en cas de défaillance ou en situation d'urgence, manipulent des rayonnements ionisants, peuvent y être exposées, planifient ou ordonnent leur manipulation, exploitent des infrastructures critiques ou fournissent des services publics.

³ L'OFSP, l'IFSN, la CNA et le SG DDPS se concertent en cas de doute concernant la compétence touchant à la reconnaissance.

⁴ Les cours de formation et de formation continue proposés par une autorité de reconnaissance doivent être reconnus par une autre autorité.

⁵ Les autorités de reconnaissance visées aux al. 1 et 2 sont habilitées, dans le cadre de leur mandat, à vérifier les besoins en formation et en formation continue des personnes concernées et à contrôler la qualité desdites formations.

Chapitre 2

Contenus de la réglementation et catégories des personnes soumises à l'obligation de formation et de formation continue

Art. 181 Contenus généraux de la réglementation

¹ Le DFI 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. 172;
- c. les formations et formations continues soumises à reconnaissance visées aux art. 174 à 176, 178, 182 et 183;
- 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 soumises à reconnaissance.

² Il réglemente la formation et la formation continue des personnes qui travaillent dans les domaines autres que la médecine en accord avec l'IFSN et le DDPS.

Art. 182 Catégories des personnes soumises à l'obligation de formation et de formation continue en médecine

¹ Les exigences du DFI concernant la formation et la formation continue en radioprotection dans le domaine de la médecine sont fonction des catégories ci-après, dans lesquelles sont réparties les personnes 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;
- f. les physiciens médicaux;
- g. les radiopharmaciens;
- h. les techniciens en radiologie médicale diplômés d'une École supérieure (ES) ou d'une Haute école spécialisée (HES);
- i. les assistants médicaux titulaires d'un certificat fédéral de capacité (CFC);
- j. les autres professionnels médicaux;
- k. les hygiénistes dentaires diplômés (ES);
- l. les assistants dentaires titulaires d'un CFC;
- m. les techniciens en salle d'opération diplômés (ES), les infirmiers en salle d'opération disposant d'un certificat de capacité délivré par l'Association suisse des infirmiers et infirmières (ASI);
- n. les assistants en médecine vétérinaire titulaires d'un CFC;
- o. les personnes qui fond du commerce d'installations radiologiques, qui les installent et les entretiennent.

² Les personnes suivantes, lorsqu'elles ont acquis la formation correspondante en radioprotection réglementée par le DFI et qu'elles satisfont à l'obligation de formation continue, remplissent les conditions pour exercer la fonction d'expert en radioprotection 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;
- d. les radiopharmaciens;
- e. les techniciens en radiologie médicale ES/HES.

Art. 183 Catégories des personnes soumises à l'obligation de formation et de formation continue dans les domaines autres que la médecine

Les exigences du DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, concernant la formation et la formation continue en radioprotection dans les domaines autres que la médecine sont fonction des catégories de personnes suivantes:

- a. les experts en radioprotection ainsi que les personnes manipulant des rayonnements ionisants dans les domaines des installations nucléaires, de l'industrie, de l'artisanat, de l'enseignement, du transport et de la recherche;
- b. les agents de radioprotection et les techniciens en radioprotection ainsi que les responsables de la radioprotection actifs dans les installations nucléaires et à l'IPS;

- c. les consultants en radon;
- d. les personnes qui, en cas de défaillance ou en situation d'urgence, manipulent des rayonnements ionisants, peuvent y être exposées, planifient ou ordonnent leur manipulation, exploitent des infrastructures critiques ou fournissent des services publics.

Titre 6 Surveillance, exécution et consultation

Chapitre 1 Surveillance

Art. 184 Autorités de surveillance

¹ L'OFSP, la CNA et l'IFSN 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 CNA ou de l'IFSN, 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 LENu⁴⁸;
- c. la réception et l'expédition de substances radioactives en provenance ou à destination d'installations nucléaires.

⁴ La CNA exerce la surveillance sur les entreprises industrielles et artisanales.

⁵ Les autorités de surveillance coordonnent l'exécution et se concertent en cas de doute concernant la compétence. A cet effet elles se rencontrent régulièrement.

Art. 185 Obligation d'archivage et de renseignement des autorités de surveillance

¹ L'archivage de la documentation concernant l'octroi des autorisations, les adaptations de celles-ci et la surveillance se fonde sur la loi fédérale du 26 juin 1998 sur l'archivage⁴⁹.

² Les autorités de surveillance mettent à la disposition des autorités délivrant les autorisations, sur demande et en tout temps, la documentation dont ces dernières ont besoin.

⁴⁸ RS 732.1

⁴⁹ RS 152.1

Art. 186 Recherche

¹ D'un commun accord, 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 Exécution**Section 1 Contrôles****Art. 187** Principe

L'OFSP, la CNA et l'IFSN 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. 188 Obligations de collaboration

¹ Toutes les informations requises pour le contrôle sont remises gratuitement à l'OFSP, à la CNA et à l'IFSN, et tous les appareils, objets et dossiers sont mis à leur 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. 189 Recours à des tiers

L'OFSP peut confier l'exécution de contrôles à des tiers, notamment:

- a. aux entreprises qui effectuent le contrôle de qualité sur les installations à usage diagnostique;
- b. aux experts qui coordonnent, préparent et qui réalisent les audits cliniques.

Art. 190 Contrôle des importations, des exportations et du transit

¹ Les bureaux de douane vérifient, dans le cadre de leurs contrôles des importations, des exportations et du transit, si une autorisation de transport de matières radioactives existe.

² Ils contrôlent, sur demande de l'autorité qui délivre les autorisations, si les marchandises importées, exportées ou en transit satisfont aux exigences de la présente ordonnance.

³ 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; dans ce cadre il se concerta notamment avec la Direction générale des douanes.

⁴ Il coordonne, notamment avec le laboratoire de Spiez, les besoins en dispositifs de mesure, leur acquisition ainsi que leur entretien, et prépare l'engagement dans des situations particulières.

⁵ Il 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 internes concernant le contrôle de l'importation, de l'exportation et du transit de matières radioactives.

⁷ L'Administration fédérale des douanes peut mettre à la disposition des autorités de surveillance et des autorités délivrant les autorisations, sur demande, les données concernant les déclarations en douane.

Section 2

Surveillance du rayonnement ionisant et de la radioactivité dans l'environnement

Art. 191 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 du public à la radioactivité présente 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 aliments. A cet effet il peut collaborer avec les cantons.

⁴ Les cantons surveillent la radioactivité dans les denrées alimentaires et les objets usuels pour protéger la santé du consommateur.

⁵ En accord avec l'IFSN et après avoir consulté METAS, le DFI édicte des dispositions techniques concernant la dosimétrie d'ambiance.

Art. 192 Réseaux automatiques de mesure pour la surveillance de la radioactivité en Suisse

¹ L'OFSP exploite un réseau automatique de mesure pour la surveillance générale de la radioactivité dans l'environnement. Ce réseau détecte également les immissions dans le voisinage des entreprises qui rejettent des substances radioactives dans l'environnement ou qui sont susceptibles d'en rejeter en plus grandes quantités.

² L'OFSP définit, en collaboration avec l'autorité de surveillance compétente, les exigences applicables au réseau de mesure en matière de surveillance de l'environnement au voisinage des entreprises visées à l'al. 1.

³ Les entreprises pour lesquelles un rejet important de radioactivité ne peut être exclu contribuent aux coûts d'acquisition et d'exploitation des stations de mesure qui servent à la surveillance de la radioactivité dans leur voisinage.

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 emplacements 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 met chaque année à la charge de chacune des entreprises concernées les coûts de l'année précédente associés à ses stations de mesure respectives.

Art. 193 Programme de prélèvement d'échantillons et de mesures

¹ L'OFSP établit, en collaboration avec l'IFSN, la CNA, la CENAL et les cantons, un programme de prélèvement d'échantillons et de mesures pour les situations d'exposition planifiée et existante.

² Les laboratoires de la Confédération, soit l'IPS, l'institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (Eawag) et 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.

³ L'OFSP peut faire appel à des tiers pour l'exécution du programme de prélèvement d'échantillons et de mesures.

Art. 194 Collecte des données, appréciation de la situation radiologique et rapport

¹ L'IFSN, la CNA, la CENAL, les cantons et les laboratoires participants mettent à la disposition de l'OFSP les données qu'ils ont collectées et interprétées dans le cadre de la surveillance.

² Se basant sur les résultats du programme de prélèvement d'échantillons et de mesures visé à l'art. 193, 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 ABCN⁵⁰ applicables dans les situations d'exposition d'urgence.

³ L'OFSP 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.

⁵⁰ RS 520.17

Art. 195 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 μ Sv par an pour une voie d'exposition donnée, l'OFSP en recherche la cause.

² Lorsque les radionucléides ont été rejetés par une entreprise qui dispose d'une autorisation, l'OFSP informe l'autorité de surveillance concernée. Celle-ci ordonne, quand cela est possible et judicieux, que des mesures d'optimisation visant à réduire le rejet soient prises.

³ Lorsque les radionucléides ont été rejetés par une entreprise qui ne dispose d'aucune autorisation, qu'ils proviennent de l'étranger ou que leur origine n'est pas définie, l'OFSP étend si nécessaire son programme de mesures en conséquence et informe la population.

Section 3 Autres dispositions d'exécution**Art. 196** Informations concernant les événements d'intérêt public

L'OFSP veille à ce que les personnes et les cantons concernés ainsi que la population soient informés à temps au sujet des événements d'intérêt public.

Art. 197 Surveillance du personnel navigant professionnellement exposé aux radiations

L'OFAC surveille les compagnies aériennes en ce qui concerne le contrôle du personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

Chapitre 3 Commission fédérale de radioprotection**Art. 198**

¹ La CPR est une commission consultative permanente au sens de l'art. 8a, al. 2, OLOGA⁵¹.

² Elle tient lieu d'organe consultatif du Conseil fédéral, du DFI, du DETEC, du DDPS, de l'IFSN, des offices intéressés et de la CNA 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,

⁵¹ RS 172.010.1

2. l'élaboration et le développement de principes unifiés d'application des prescriptions concernant la radioprotection,
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 diagnostiques ou thérapeutiques visées à l'art. 28, al. 1 et 2, et les publie⁵²;
- 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 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.

⁵ 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. 199

¹ Est puni conformément à l'art. 44, al. 1, let. f, LRaP, quiconque:

- a. mélange, sans autorisation, des matières radioactives à des matières qui ne le sont pas dans le but de soustraire leur manipulation au régime de l'autorisation et à la surveillance (art. 107);
- b. exerce, sans posséder la formation requise par les art. 172 à 175, des activités pouvant présenter un danger dû à des rayonnements ionisants;
- c. exploite un service de dosimétrie individuelle non agréé (art. 66);
- d. exploite un service de dosimétrie individuelle et enfreint les devoirs incombant à un tel service visés aux art. 69 à 71;
- e. ne mentionne pas dans la déclaration en douane les indications exigées par l'art. 103, ne déclare pas des marchandises radioactives ou fait intentionnellement de fausses déclarations.

² Est puni d'une amende de 20 000 francs au plus quiconque, intentionnellement, n'assume pas les tâches qui lui ont été assignées en vertu de l'art. 20, al. 2, let. b, LRaP.

⁵² www.bag.admin.ch/ksr-cpr

Titre 8 Dispositions finales

Art. 200 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection⁵³ est abrogée.

Art. 201 Modification d'autres actes

La modification d'autres actes est réglemantée à l'annexe 11.

Art. 202 Dispositions transitoires

¹ Les autorisations délivrées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance restent valables jusqu'à leur renouvellement ou leur expiration. Les obligations qui découlent d'une autorisation se fondent 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 La limite de la dose équivalente au cristallin visée à l'art. 56, al. 3, let. a, est applicable à partir du 1^{er} janvier 2019; avant cette date, la limite fixée dans le droit actuel est applicable.

⁴ L'art. 43 (autoévaluation et manuel de qualité des titulaires d'une autorisation) doit être mis en œuvre dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

⁵ Celui qui, l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, est titulaire d'une autorisation pour une source radioactive scellée de haute activité doit:

- a. notifier à l'autorité qui délivre les autorisations, dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, les données indiquées à l'art. 97 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'art. 99 ont été prises.

⁶ Celui qui, l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, est propriétaire d'une entreprise où la probabilité de trouver des matières radioactives orphelines est élevée, doit prendre les mesures visées à l'art. 104 dans un délai de trois ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance et demander une autorisation pour l'activité en question.

⁷ Les déchets radioactifs qui sont déjà stockés pour décroissance selon l'art. 117, al. 2, au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance peuvent être entreposés durant 30 ans supplémentaires au maximum sur la base d'une nouvelle

⁵³ [RO 1994 1947, 1995 4959 ch. II 2, 1996 2129, 2000 107 934 2894, 2001 3294 ch. II 7, 2005 601 annexe 7 ch. 3 2885 annexe ch. 7, 2007 1469 annexe 4 ch. 44 5651, 2008 3153 art. 10 ch. 2 5747 annexe ch. 22, 2010 5191 art. 20 ch. 4 5395 annexe 2 ch. II 3, 2011 5227 ch. I 2.7, 2012 7065 ch. I 5 7157, 2013 3041 ch. I 5 3407 annexe 6 ch. 3]

évaluation selon les nouvelles limites de libération. Cette évaluation doit être présentée à l'autorité de surveillance dans un délai de deux ans après l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

⁸ 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 qu'elle satisfasse aux exigences de l'art. 163, al. 1.

⁹ L'art. 171 (contamination durable après une situation d'urgence) n'est applicable que trois ans après l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

Art. 203 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 1^{er} janvier 2018.

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

Définition de termes techniques

Remarque préliminaire

Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Dispositif de protection partielle

Dispositif de protection d'une installation qui confine totalement le rayonnement primaire, diffusé et parasite, à l'exception d'ouvertures permettant d'introduire des échantillons, et le réduit de sorte que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface de l'installation soit inférieur à 1 $\mu\text{Sv/h}$ et qu'en tout endroit accessible, les valeurs limites de dose applicables aux membres du public ne soient pas dépassées.

Dispositif de protection totale

Dispositif de protection d'une installation ou d'une unité d'irradiation qui confine totalement le rayonnement primaire, diffusé et parasite et le réduit de sorte que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface de l'installation soit inférieur à 1 $\mu\text{Sv/h}$ et qu'en tout endroit accessible, les valeurs limites de dose applicables aux membres du public ne soient pas dépassées.

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:

$$I = C_{\text{Ra}226}/300 \text{ Bq/kg} + C_{\text{Th}232}/200 \text{ Bq/kg} + C_{\text{K}40}/3000 \text{ Bq/kg},$$

où $C_{\text{Ra}226}$, $C_{\text{Th}232}$ et $C_{\text{K}40}$ 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.

Petite installation à rayons X

Installation à rayons X d'une tension de 70 kV au maximum, d'un courant de 15 milliampères (mA) au maximum et d'une grandeur de champ de 6 cm de diamètre au maximum.

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.

Annexe 2

(art. 2, al. 1, let. k, 10, let. f, 168, al. 2, let. a, et 169, al. 1)

Limites de libération des NORM

Limites de libération des NORM applicables aux radionucléides naturels dans des matières solides qui se trouvent totalement ou en partie en équilibre séculaire avec leurs nucléides de filiation:

- | | |
|---|--------------|
| – Radionucléides naturels de la chaîne de l’U-238 | 1 000 Bq/kg |
| – Radionucléides naturels de la chaîne du Th-232 | 1 000 Bq/kg |
| – K-40 | 10 000 Bq/kg |

Annexe 3
(art. 2, al. 1, let. j, l et m, ainsi que 194, al. 3)

Données pour la radioprotection opérationnelle, limites de libération, limites d'autorisation et valeurs directrices

Les explications concernant les différentes colonnes et les notes de bas de page sont données sous le tableau.

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
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	9.00E+06	1.00 E+04	30	
C-14 monoxyde			8.00 E-13						6.00E+09	1.00 E+07		
C-14 dioxyde			6.50 E-12						8.00E+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	9.00E+06	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] 3.00E+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	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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	
Si-32	132 a	β ⁻	5.50 E-08	5.60 E-10	<0.001	500	0.6	1.E+02	[2] 9.00E+04	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	4.00E+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	4.00E+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] 7.00E+07	1.00E+05	3	→ Ar-39
Ar-37	35.04 d	ec/ph			<0.001	<1	<0.1		6.00E+13	6.00E+10		
Ar-39	269 a	β ⁻			<0.001	2000	1.5		6.00E+09	6.00E+06	[4]	
Ar-41	109.61 min	β ⁻ /ph			0.188	1000	1.7		5.00E+07	5.00E+04		
K-38	7.636 min	ec, β ⁺ /ph			0.480	1000	1.8				3	
K-40 [10]	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] 1.00E+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] 2.00E+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	2.00E+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	7.00E+06	1.00E+04	3	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sc-48	43.67 h	β ⁻ /ph	1.60E-09	1.70E-09	0.495	2000	1.7	1.E+00	3.00E+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]	8.00E+07	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]	7.00E+04	1.00E+02	30	→ Sc-44 [6]
Ti-45	184.8 min	ec, β ⁺ /ph	1.50E-10	1.50E-10	0.136	1000	1.5	1.E+01 [1]	3.00E+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]	8.00E+07	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	1.00E+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]	7.00E+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	1.00E+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	4.00E+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]	5.00E+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	5.00E+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]	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	6.00E+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	8.00E+06	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	3.00E+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	3.00E+08	5.00E+05	1000	→ Co-58 [6]

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Co-60	5.2713 a	β ⁻ / ph	1.70E-08	3.40E-09	0.366	1000	1.1	1.E-01	3.00E+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	4.00E+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] 7.00E+07	1.00E+05	3	
Co-62m	13.91 min	β ⁻ / ph	3.70E-11	4.70E-11	0.436	1000	1.8	1.E+01	[1] 1.00E+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	5.00E+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	7.00E+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	2.00E+07	4.00E+04	1000	
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] 4.00E+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] 8.00E+07	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] 4.00E+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	3.00E+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	9.00E+06	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] 8.00E+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] 8.00E+07	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] 2.00E+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] 3.00E+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	7.00E+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] 6.00E+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	6.00E+06	1.00E+04	3	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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]	4.00E+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]	6.00E+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		1.00E+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		9.00E+07	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]	1.00E+08	2.00E+05	3 → Ge-69
As-70	52.6 min	ec, β ⁺ /ph	1.20E-10	1.30E-10	0.603	1000	1.7	1.E+01	[1]	4.00E+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		4.00E+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]	8.00E+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		5.00E+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]	4.00E+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]	2.00E+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		3.00E+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]	2.00E+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]	7.00E+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]	9.00E+07	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]	7.00E+07	1.00E+05	3

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable	
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
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]	6.00E+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		9.00E+06	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		4.00E+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]	3.00E+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]	5.00E+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		6.00E+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]	7.00E+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]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Kr-79	35.04 h	ec, β ⁺ /ph			0.042	100	0.2			2.00E+08	2.00E+05		
Kr-81	2.29 E5 a	ec/ph			0.004	8	<0.1			1.00E+10	1.00E+07		
Kr-83m	1.83 h	it/ph			0.002	3	<0.1			1.00E+12	1.00E+09		
Kr-85	10.756 a	β ⁻ /ph			0.001	1000	1.5			5.00E+07	5.00E+06	[4]	
										[8]			
Kr-85m	4.480 h	β ⁻ , it/ph			0.026	1000	1.4			4.00E+08	4.00E+05		→ Kr-85
Kr-87	76.3 min	β ⁻ /ph			0.501	1000	1.7			7.00E+07	7.00E+04		→ Rb-87
Kr-88	2.84 h	β ⁻ /ph			0.264	1000	1.5			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]	7.00E+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]	4.00E+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		2.00E+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]	5.00E+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		3.00E+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		4.00E+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		7.00E+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	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices			
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
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]	2.00E+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]	8.00E+07	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]	6.00E+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		8.00E+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]	7.00E+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]	1.00E+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]	9.00E+05	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]	6.00E+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]	9.00E+06	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]	1.00E+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		6.00E+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]	9.00E+06	2.00E+04	300	
Y-88	106.65 d	ec, β ⁺ /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		3.00E+06	5.00E+03	3	
Y-90m	3.19 h	it, β ⁻ /ph	1.30E-10	1.70E-10	0.098	200	0.2	1.E+01	[1]	4.00E+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		8.00E+05	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]	3.00E+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		8.00E+06	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]	7.00E+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]

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Zr-89	78.41 h	ec, β ⁺ /ph	7.50E-10	7.90E-10	0.182	400	0.5	1.E+01	[1]	7.00E+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]	4.00E+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		2.00E+06	4.00E+03	300
Nb-92m	10.15 d	ec, β ⁺ /ph						1.E+01		8.00E+06	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		6.00E+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		4.00E+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		6.00E+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		5.00E+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]	7.00E+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]	5.00E+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]	9.00E+06	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
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]	8.00E+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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g		Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)				CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Tc-94	293 min	ec, β ⁺ /ph	2.20E-10	1.80E-10	0.414	200	0.4	1.E+01	[1]	2.00E+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]	6.00E+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]	6.00E+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		5.00E+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		3.00E+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		8.00E+05	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]	2.00E+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]	7.00E+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		3.00E+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]	2.00E+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]	1.00E+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]	6.00E+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]	7.00E+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		8.00E+06	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		6.00E+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	
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	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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]	5.00E+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		5.00E+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]	7.00E+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		6.00E+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		3.00E+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]	7.00E+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		3.00E+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]	8.00E+07	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]	5.00E+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]	4.00E+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]	4.00E+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]	8.00E+05	1.00E+03	3 → In-115

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices			
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
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
In-109	4.2 h	ec, β ⁺ / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.117	300	0.3	1.E+01	[1]	7.00E+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]	6.00E+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]	4.00E+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		6.00E+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]	6.00E+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]	2.00E+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		2.00E+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		3.00E+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		9.00E+05	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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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]	3.00E+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]	2.00E+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]	2.00E+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]	6.00E+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
Sb-118m	5.00 h	ec, β ⁺ /ph	2.30E-10	2.10E-10	0.411	200	0.3	1.E+01	[1]	2.00E+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]	8.00E+07	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]	4.00E+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		4.00E+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		4.00E+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]	6.00E+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]	3.00E+06	5.00E+03	3 → Te-127, Te-127m
Sb-128	9.01 h	β ⁻ /ph	6.70E-10	7.60E-10	0.472	1000	1.8	1.E+01		7.00E+06	1.00E+04	3
Sb-128m	10.4 min	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]	1.00E+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]	5.00E+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]	6.00E+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]	3.00E+07	5.00E+04	30 → Sb-116 [6]

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Te-119m	4.70 d	ec, β^+ / ph						1.E+00	8.00E+06	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	1.00E+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	1.00E+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]	8.00E+05	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]	9.00E+07	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]	9.00E+05	2.00E+03	3	→ Te-129
Te-131	25.0 min	β^- / ph	6.10E-11	8.70E-11	0.067	2000	2	1.E+02	8.00E+07	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]	3.00E+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]	1.00E+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	8.00E+05	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	7.00E+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]	2.00E+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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I-130	12.36 h	β ⁻ /ph	9.60E-10	2.00E-09	0.325	1000	1.6	1.E+01	5.00E+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	2.00E+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] 6.00E+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		7.00E+07	7.00E+04		
Xe-123	2.08 h	ec, β ⁺ /ph			0.107	800	0.9		1.00E+08	1.00E+05		→ I-123
Xe-125	16.9 h	ec, β ⁺ /ph			0.060	300	0.2		3.00E+08	3.00E+05		→ I-125
Xe-127	36.4 d	ec/ph			0.059	400	0.3		2.00E+08	2.00E+05		
Xe-129m	8.88 d	it/ph			0.030	3000	1.9		3.00E+09	3.00E+06		
Xe-131m	11.84d	it/ph			0.012	3000	2.1		8.00E+09	8.00E+06		
Xe-133	5.243 d	β ⁻ /ph			0.016	1000	1		2.00E+09	2.00E+06		
Xe-133m	2.19 d	it/ph			0.016	2000	1.7		2.00E+09	2.00E+06		→ Xe-133
Xe-135	9.14 h	β ⁻ /ph			0.040	2000	1.6		3.00E+08	3.00E+05		→ Cs-135
Xe-135m	15.29 min	it, β ⁻ /ph			0.069	200	0.4		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		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] 2.00E+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	1.00E+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	6.00E+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] 3.00E+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	1.00E+07	2.00E+04	100	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/ cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cs-134	2.0648 a	β ⁻ , ec/ph	9.60E-09	1.90E-08	0.236	1000	1.1	1.E-01	5.00E+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	5.00E+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]	2.00E+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]	7.00E+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]	4.00E+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]	4.00E+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	1.00E+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]	8.00E+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	2.00E+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]	9.00E+07	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	3.00E+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]	1.00E+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]
La-131	59 min	ec, β ⁺ /ph	3.60E-11	3.50E-11	0.116	400	0.6	1.E+01 [1]	1.00E+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	5.00E+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	3.00E+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]	2.00E+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]	3.00E+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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ce-134 / La -134	3.16 d	ec, β ⁺ /ph	1.60E-09	2.50E-09	0.149	600	1	1.E+03	[2]	3.00E+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		7.00E+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]	8.00E+06	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		5.00E+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]	1.00E+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]	4.00E+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		7.00E+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]	5.00E+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		2.00E+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]	6.00E+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]	1.00E+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]	3.00E+08	5.00E+05	10 → Pr-139
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]	6.00E+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		2.00E+06	4.00E+03	3 → Pm-147

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g		Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)				CA Bq/m ³	CS Bq/ cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Nd-149	1.728 h	β ⁻ /ph	1.30E-10	1.20E-10	0.063	2000	1.8	1.E+02	[1]	4.00E+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		5.00E+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		9.00E+05	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		2.00E+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		4.00E+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		1.00E+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		2.00E+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		6.00E+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]	2.00E+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		8.00E+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]	9.00E+07	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		7.00E+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		8.00E+02	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		7.00E+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		7.00E+06	1.00E+04	30	→ Sm-145
Eu-146	4.61 d	ec, β ⁺ /ph	1.20E-09	1.30E-09	0.375	100	0.3	1.E+00		4.00E+06	7.00E+03	30	→ Sm-146

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Eu-147	24.1 d	ec, β ⁺ , α/ph	1.00E-09	4.40E-10	0.085	300	0.3	1.E+01	5.00E+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	2.00E+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	2.00E+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	1.00E+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	1.00E+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]	7.00E+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]	1.00E+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]	8.00E+06	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	6.00E+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	5.00E+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]	2.00E+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	1.00E+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]	4.00E+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	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/ cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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	2.00E+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]	8.00E+06	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	
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	2.00E+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]	4.00E+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	6.00E+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	9.00E+05	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	4.00E+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]	4.00E+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	9.00E+07	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	6.00E+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]	7.00E+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]	5.00E+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]	5.00E+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]	4.00E+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]	3.00E+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	6.00E+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	6.00E+04	1.00E+02	10	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ho-167	3.1 h	β ⁻ /ph	1.00E-10	8.30E-11	0.061	1000	1.4	1.E+02	[1]	5.00E+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]	6.00E+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		5.00E+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		4.00E+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
Tm-167	9.25 d	ec/ph	1.00E-09	5.60E-10	0.029	2000	1.1	1.E+02	[1]	5.00E+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		5.00E+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]	2.00E+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]	5.00E+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]	5.00E+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		2.00E+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		7.00E+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]	5.00E+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]	5.00E+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		5.00E+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	1.37 a	ec/ph	1.50E-09	2.60E-10	0.028	30	0.1	1.E+00		3.00E+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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/ cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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	3.00E+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]	4.00E+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]	9.00E+07	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	3.00E+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]	1.00E+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	2.00E+07	4.00E+04	30	→ Lu-173
Hf-175	70 d	ec / ph	8.80E-10	4.10E-10	0.065	200	0.2	1.E+00	6.00E+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]	3.00E+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]	1.00E+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]	7.00E+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]	6.00E+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]	9.00E+07	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]	3.00E+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]	8.00E+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	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ta-177	56.56 h	ec/ ph	1.30E-10	1.10E-10	0.015	100	0.2	1.E+02	[1]	4.00E+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]	8.00E+07	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		7.00E+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]	1.00E+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]	8.00E+06	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]	7.00E+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	2.3 h		7.60E-11	1.10E-10	0.036	20	0.1	1.E+02	[1]	7.00E+07	1.00E+05	100 → Ta-176 [6]
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-l	21.6 d	ec/ ph	1.20E-10	2.50E-10	0.024	20	0.2	1.E+01	[1]	4.00E+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		2.00E+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]	6.00E+06	1.00E+04	10 → Re-188
Re-177	0.233 h		2.20E-11	2.20E-11	0.100	300	0.8	1.E+01	[1]	2.00E+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]	2.00E+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		1.00E+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		3.00E+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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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	4.00E+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] 6.00E+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	7.00E+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] 8.00E+06	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] 5.00E+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] 6.00E+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] 3.00E+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	7.00E+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
Ir-182	15 min	ec, β ⁺ /ph	4.00E-11	4.80E-11	0.584	1000	1.9	1.E+01	[1] 1.00E+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] 7.00E+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	4.00E+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] 8.00E+06	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]

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)				LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
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		5.00E+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		7.00E+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]	6.00E+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]	5.00E+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]	2.00E+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]	8.00E+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]	8.00E+06	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		7.00E+07	1.00E+05	30	→ Ir-189
Pt-190	6.50 E11 a	α						1.E+00		2.00E+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]	2.00E+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		3.00E+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]	2.00E+08	4.00E+05	3	→ Au-199
Pt-200	12.5 h	β ⁻ /ph	4.00E-10	1.20E-09	0.011	1000	1.5	1.E+02	[2]	1.00E+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		3.00E+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		1.00E+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		4.00E+06	7.00E+03	30	
Au-196	6.183 d	ec, β ⁻ /ph						1.E+01		1.00E+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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Au-199	3.139 d	β^- /ph	7.60E-10	4.40E-10	0.015	2000	1.5	1.E+02	7.00E+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]	9.00E+07	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]	5.00E+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]	5.00E+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]	1.00E+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	5.00E+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]	8.00E+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	8.00E+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]	6.00E+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]	1.00E+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]	4.00E+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]	7.00E+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	1.00E+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	7.00E+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	
Tl-204	3.78 a	β^- , ec/ph	6.20E-10	1.30E-09	<0.001	1000	1.4	1.E+00	8.00E+06	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]

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pb-198	2.4 h	ec / ph	8.70E-11	1.00E-10	0.073	600	0.6	1.E+02	[1]	6.00E+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		4.00E+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]	4.00E+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		3.00E+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]	9.00E+05	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]	9.00E+07	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]	5.00E+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]	5.00E+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		2.00E+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		1.00E+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		8.00E+04	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]	2.00E+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]	1.00E+05	2.00E+02	3

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable	
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
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	
Bi-214	19.9 min	β^- , α /ph	2.10E-08	1.10E-10	0.239	1000	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+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]	8.00E+07	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]	6.00E+07	9.00E+04	30	→ Bi-205 [6], Pb-201
Po-206	8.8 d	ec, α /ph						1.E+00		1.00E+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]	3.00E+07	6.00E+04	30	→ Bi-207 [6]
Po-208	2.898 a	α , ec						1.E+00		2.00E+03	3.00E+00	0.3	→ Bi-208
Po-209	102 a	α , ec/ph						1.E+00		2.00E+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		2.00E+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						→ Po-216→ Pb-212
Rn-222	3.8235 d	α /ph			<0.001	<1	<0.1						→ 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]	2.00E+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]	4.00E+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]	9.00E+02	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]	2.00E+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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ra-226	1600 a	α /ph	2.20E-06	2.80E-07	0.001	50	<0.1	1.E-02	[2]	2.00E+03	4.00E+00	1 → Rn-222
Ra-226 (+ filles)					0.283	5000	5.2	1.E-02		2.00E+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]	2.00E+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]	3.00E+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]	5.00E+04	8.00E+01	30 → Ra-224, Fr-220 etc.
Ac-225	10.0 d	α /ph	6.50E-06	2.40E-08	0.005	20	0.1	1.E+01	[2]	8.00E+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]	5.00E+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]	8.00E+00	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]	6.00E+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		7.00E+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]	7.00E+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		1.00E+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]	9.00E+05	1.00E+03	3 → Pa-234
Th (+ filles)					0.355	6000	5.4			2.00E+02		
Pa-227	38.3 min	α , ec/ph	9.70E-08	4.50E-10	0.007	5	<0.1	1.E+01	[1]	5.00E+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		9.00E+03	1.00E+01	30 → Th-230, U-230, Ac-226

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pa-231	3.276 E4 a	α /ph	8.90E-05	7.10E-07	0.020	40	0.1	1.E-02	6.00E+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	7.00E+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	9.00E+06	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] 4.00E+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	1.00E+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	7.00E+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	7.00E+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] 8.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-231
U-236	2.342 E7 a	α /ph	6.30E-06	4.60E-08	0.002	1	<0.1	1.E+01	[1] 8.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-232
U-237	6.75 d	β^- /ph	1.70E-09	7.70E-10	0.037	1000	1.6	1.E+02	3.00E+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] 9.00E+02	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] 1.00E+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] 6.00E+06	1.00E+04	10	→ Np-240
U (+ filles)					0.296	6000	7.1		9.00E+02			
Np-232	14.7 min	ec, β^+ /ph	3.50E-11	9.70E-12	0.199	400	0.6	1.E+01	[1] 1.00E+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	7.00E+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	1.00E+06	2.00E+03	10	→ U-236, Pu-236

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)				CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Np-237	2.144 E6 a	α /ph	1.50E-05	1.10E-07	0.018	30	0.1	1.E+00	[2]	3.00E+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		3.00E+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]	4.00E+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		4.00E+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		9.00E+03	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]	8.00E+06	1.00E+04	3	→ Am-245
Pu-246	10.84 d	β^- /ph	7.00E-09	3.30E-09	0.034	700	0.7	1.E+01	[2]	7.00E+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]	1.00E+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]	8.00E+07	1.00E+05	100	→ Pu-238, Np-234

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération LL Bq/g	Limite d'autorisation LA Bq	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable	
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm²)			CA Bq/m³	CS Bq/cm²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
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		8.00E+06	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		4.00E+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]	2.00E+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		3.00E+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]	8.00E+07	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		7.00E+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]	1.00E+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		2.00E+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		1.00E+03	2.00E+00	10	→ 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		3.00E+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

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{e,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)			CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cm-248 [9]	3.48 E5 a	α , fs/ph	9.50E-05	7.70E-07	3.8	<1	<0.1	1.E-01	5.00E+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] 9.00E+00	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
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	5.00E+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] 7.00E+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	1.00E+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	8.00E+02	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	2.00E+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	4.00E+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] 5.00E+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	2.00E+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] 3.00E+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	2.00E+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] 8.00E+02	1.00E+00	10	→ Bk-250

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite d'autorisation	Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			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	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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] 1.00E+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] 6.00E+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 à 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: α : rayonnement alpha; β^+ , β^- : 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 μ 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 μ m.

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 e_{inh} ne sont données ni dans les BSS IAEA ni dans le CD1 ICRP. Les valeurs pour ces radionucléides, dans l'ORaP du 22 juin 1994⁵⁴, 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 re-

⁵⁴ [RO 1994 1947, 1995 4959 ch. II 2, 1996 2129, 2000 107 934 2894, 2001 3294 ch. II 7, 2005 601 annexe 7 ch. 3 2885 annexe ch. 7, 2007 1469 annexe 4 ch. 44 5651, 2008 3153 art. 10 ch. 2 5747 annexe ch. 22, 2010 5191 art. 20 ch. 4 5395 annexe 2 ch. II 3, 2011 5227 ch. I 2.7, 2012 7065 ch. I 5 7157, 2013 3041 ch. I 5 3407 annexe 6 ch. 3]

noncer à donner des coefficients de dose pour ces douze radionucléides dans la présente ordonnance.

- 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 e_{inh}), les valeurs de e_{ing} 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 présente ordonnance.

- 6 à 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 (débit d'équivalent de dose ambiant) à 1 m de distance d'une source radioactive ayant une activité de 1 GBq (10^9 Bq).
- 7 Débit de dose à 0,07 mm de profondeur de tissu (débit d'équivalent de dose directionnel) à 10 cm de distance d'une source radioactive ayant une activité de 1 GBq.
- 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 directionnel).

9 à 12 **Limite de libération, limite d'autorisation et valeurs directrices**

- 9 Limite de libération pour l'activité spécifique en Bq/g (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 de libération 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. [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

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 chaîne 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 e_{ing} de S-35 org et le e_{inh} de S-35 inorg). Les valeurs de LL ainsi obtenues ont été appliquées à toutes les formes chimiques du radionucléide.

- 10 Limite d'autorisation (LA). Les limites d'autorisation sont déduites de la colonne 4, car c'est le danger d'inhalation qui prédomine dans la manipulation de radionucléides en laboratoire. L'inhalation unique d'une activité LA provoque une dose efficace engagée de 5 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 (CA). 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: $CA [Bq/m^3] = 0,02 \text{ Sv} / (e_{\text{inh}} \cdot 2400 \text{ m}^3/\text{a})$.

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 e_{imm} 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 e_{imm} 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, moyenne sur 100 cm² (CS).

La valeur de CS se base sur les scénarios suivants, le plus défavorable étant retenu:

- une irradiation continue durant toute l'année (8760 heures) par la contamination de la peau conduit à une dose équivalente de 50 mSv par année (1/10 de la limite de la dose à la peau);
- une ingestion quotidienne de l'activité se trouvant sur une surface de 10 cm² conduit à une dose effective de 0,5 mSv par année;
- une inhalation unique de 10 % de l'activité se trouvant sur 100 cm² conduit à une dose effective de 0,5 mSv (1/10 de la limite d'autorisation);
- une valeur maximale de 1000 Bq/cm².

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 h_{10} 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 ci-dessous indique, pour chacun de ces radionucléides, le dernier radionucléide de la chaîne 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 h_{10} 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» (8^e édition, 1996, John Wiley & Sons) et de la base de données ENDF du Brookhaven National Laboratory. Pour le nombre moyen de neutrons par fission et le coefficient 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.
- [10] Les sels de potassium d'une quantité inférieure à 1000 kg sont considérés comme libérés.
- [11] Pour les mélanges de radionucléides à base d'uranium (U-238/U-235/U-234+filles) ou de thorium (Th-232/Th-230/Th-228+filles), la limite d'autorisation du radionucléide dominant est applicable.

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.

$$\frac{a_1}{LL_1} + \frac{a_2}{LL_2} + \dots + \frac{a_n}{LL_n} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$: activités spécifiques des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/g.

$LL_1, LL_2, \dots, LL_n$: limites de libération des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/g selon l'annexe 3, colonne 9.

$$\frac{c_1}{CS_1} + \frac{c_2}{CS_2} + \dots + \frac{c_n}{CS_n} < 1$$

$c_1, c_2, \dots, c_n$: valeurs de contamination surfacique des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/cm²

$CS_1, CS_2, \dots, CS_n$: valeurs directrices de contamination surfacique des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/cm² selon l'annexe 3, colonne 12.

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		

Nucléide	Nucléides de filiation	Nucléide	Nucléides de filiation	Nucléide	Nucléides de filiation	Nucléide	Nucléides de filiation	Nucléide	Nucléides de filiation
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		

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

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

où $d\bar{\epsilon}$ est l'énergie moyenne transmise par le rayonnement ionisant à la matière de masse dm . L'unité SI de dose absorbée est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial gray (Gy).

1.2 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

$$D_T = \frac{\epsilon_T}{m_T}$$

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 w_R
Photons de toute énergie	1
Electrons et muons de toute énergie	1
Neutrons d'énergie	– inférieure à 1MeV $2,5+18,2 \cdot e^{-[\ln(E)]^2/6}$ – entre 1MeV et 50 MeV $5,0+17,0 \cdot e^{-[\ln(2 \cdot E)]^2/6}$ – supérieure à 50 MeV $2,5+3,25 \cdot e^{-[\ln(0,04 \cdot E)]^2/6}$
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 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

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} = \sum_T w_T H_T$$

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

Organe ou tissu	Facteur de pondération des tissus, w_T
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 $E(\tau)$ (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 s'étend jusqu'à l'âge de 70 ans pour les enfants.

1.9 Equivalent 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 ICRU et Q le facteur de qualité pour le rayonnement considéré en ce point; ainsi on a:

$$H = DQ$$

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 ambiant.

1.10 Dose ambiante

Equivalent de dose mesuré en un point d'un champ de rayonnement. Les grandeurs équivalent de dose ambiant $H^*(10)$ et équivalent de dose directionnel $H'(d, \Omega)$ sont des doses ambiantes.

1.11 Equivalent de dose individuel $H_p(d)$ (personal dose equivalent)

1.11.1 Un équivalent de dose. Equivalent de dose dans les tissus mous (correspondant généralement à la «sphère de l'ICRU») à une profondeur appropriée d [mm], 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).

1.11.2 L'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(10)$ sert d'estimation de la dose efficace. L'équivalent de dose individuel en surface $H_p(0.07)$ sert

d'estimation de la dose à la peau et au cristallin. L'équivalent de dose individuel au cristallin, $H_p(3)$ peut aussi servir à estimer la dose au cristallin.

1.12 Equivalent de dose directionnel $H'(d, \Omega)$ (directional dose equivalent)

- 1.12.1 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).
- 1.12.2 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, Ω . Quand $\alpha = 0^\circ$, la quantité $H'(d, 0^\circ)$ peut s'écrire $H'(d)$ et est égale à $H^*(d)$.
- 1.12.3 La valeur recommandée pour d est de 10 mm dans le cas d'un rayonnement pénétrant, de 0,07 mm dans le cas d'un rayonnement peu pénétrant et de 3 mm pour le cristallin. (voir les **grandeurs opérationnelles de la dosimétrie d'ambiance**).

1.13 Equivalent 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).

1.14 Sphère ICRU (ICRU-sphere)

Sphère de 30 cm de diamètre, d'une densité de 1 g/cm³ 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).

1.15 Facteur de qualité (Quality factor, $Q(L)$)

- 1.15.1 Facteur 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 transfert linéique d'énergie non limité TEL (L en keV/ μ m) des particules chargées dans l'eau:

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & \text{pour } L < 10 \\ 0.32L - 2.2 & \text{pour } 10 \leq L \leq 100 \\ 300/\sqrt{L} & \text{pour } L > 100 \end{cases}$$

- 1.15.2 Q a été remplacé par le facteur de pondération du rayonnement w_R dans la définition de la dose équivalente, mais il est toujours utilisé dans la définition de l'équivalent de dose.

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:
- l'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(10)$ [abréviation H_p];
 - l'équivalent de dose individuel en surface $H_p(0,07)$ [abréviation H_s];
 - l'équivalent de dose individuel au cristallin $H_p(3)$.
- 2.2.2 Pour la dosimétrie d'ambiance, les grandeurs opérationnelles sont:
- l'équivalent de dose ambiant $H^*(10)$;
 - l'équivalent de dose directionnel $H'(0,07)$;
 - l'équivalent de dose directionnel $H'(3)$.
- 2.2.3 Pour l'irradiation interne, la grandeur opérationnelle est la dose efficace engagée E_{50} , calculée à l'aide de modèles standards et des coefficients de dose figurant dans les annexes 3 et 6.

2.3 Doses individuelles et doses ambiantes inférieures aux limites de dose 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, aux mains et aux pieds 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 En cas d'irradiation externe, la dose équivalente au cristallin est réputée égale à l'équivalent de dose individuel en surface $H_p(0,07)$, ou à l'équivalent de dose directionnel $H'(0,07)$. Elle peut aussi être réputée égale à l'équivalent de dose individuel au cristallin $H_p(3)$ ou à l'équivalent de dose directionnel $H'(3)$.

2.3.4. 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 E_{50} .

2.4 Doses individuelles supérieures aux limites de dose 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 en radioprotection 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. 139, al. 2, et 194, 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, OBТ [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
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

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
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 organique	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 élémentaire	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
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

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
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
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 = 1µm)
Les coefficients de dose pour d'autres nucléides et d'autres catégories d'âge se trouvent dans la publication CIPR 119.

<i>h_{inh}</i> , 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 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 = 1µm)
[1]	Sous forme d'eau évaporée
[2]	Tritium lié organiquement

2. Ingestion

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	<i>e_{ing}</i> Sv/Bq	<i>h_{ing,organe}</i> Sv/Bq	organe	<i>e_{ing}</i> Sv/Bq	<i>h_{ing,organe}</i> Sv/Bq	organe	<i>e_{ing}</i> Sv/Bq	<i>h_{ing,organe}</i> 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
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

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{\text{ing, organe}}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{\text{ing, organe}}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{\text{ing, organe}}$ Sv/Bq	organe
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
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

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{\text{ing, organe}}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{\text{ing, organe}}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{\text{ing, organe}}$ Sv/Bq	organe
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
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
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 = 1µm)								
$h_{\text{ing, organe}}$	Les coefficients de dose pour d'autres nucléides et d'autres catégories d'âge se trouvent dans la publication CIPR 119. 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 = 1µm)								
[2]	Tritium lié organiquement								

Annexe 6
(art. 139, al. 2, et 194, 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/m ³)	e_{sol} (mSv/h)/(Bq/m ²)
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

Nucléide	Irradiation externe due au rayonnement des nuages	Irradiation externe due au rayonnement du sol
	e_{imm} (mSv/h)/(Bq/m ³)	e_{sol} (mSv/h)/(Bq/m ²)
Kr-89	3.4E-07	6.6E-09
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	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

Nucléide	Irradiation externe due au rayonnement des nuages	Irradiation externe due au rayonnement du sol
	e_{imm} (mSv/h)/(Bq/m ³)	e_{sol} (mSv/h)/(Bq/m ²)
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

Nucléide	Irradiation externe due au rayonnement des nuages	Irradiation externe due au rayonnement du sol
	e_{imm} (mSv/h)/(Bq/m ³)	e_{sol} (mSv/h)/(Bq/m ²)
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.	

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/m³]			
	Adulte	Enfant	Enf. en bas âge	Minimum
HTO	2,2E+03	2,3E+03	3,1E+03	2,2E+03
C-14 (org. ⁵⁵)	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. ⁵⁶)	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:

$$LI_{air}[Bq/m^3] = \min\left(\frac{0.3\text{ mSv/a}}{DR_{eb} \cdot e_{inh,eb} + F_{abs} \cdot e_{imm} \cdot NH}; \frac{0.3\text{ mSv/a}}{DR_{e10} \cdot e_{inh,e10} + F_{abs} \cdot e_{imm} \cdot NH}; \frac{0.3\text{ mSv/a}}{DR_{ad} \cdot e_{inh,ad} + F_{abs} \cdot e_{imm} \cdot NH}\right)$$

où *e_{inh,eb}*, *e_{inh,e10}* et *e_{ing,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 *e_{imm}* [(mSv/h)/(Bq/m³)] le coefficient d'immersion (indépendant de l'âge). Les coefficients d'inhalation et d'immersion proviennent des annexes 5 et 6.

55 org signifie organique.
56 el signifie élémentaire.

Pour l’immersion un facteur d’atténuation (F_{abs}) de 0,4 a été fixé pour tenir compte du séjour partiel à l’intérieur.

Pour les débits respiratoires DR_{eb} , DR_{e10} , DR_{ad} [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. $DR_{\text{eb}} = 2022$ [m³/a]
- b. $DR_{\text{e10}} = 5688$ [m³/a]
- c. $DR_{\text{ad}} = 7584$ [m³/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	10 ans	Enfant 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:

$$LI_{\text{eaux}} [\text{Bq/l}] = \min(\frac{0.3 \text{ mSv/a}}{e_{\text{ing,eb}} \cdot CoE_{\text{eb}}}; \frac{0.3 \text{ mSv/a}}{e_{\text{ing,e10}} \cdot CoE_{\text{e10}}}; \frac{0.3 \text{ mSv/a}}{e_{\text{ing,ad}} \cdot CoE_{\text{ad}}})$$

où $e_{\text{ing,eb}}$, $e_{\text{ing,e10}}$ et $e_{\text{ing,ad}}$ [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 consommations 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.

$$\frac{a_1}{LI_{air1}} + \frac{a_2}{LI_{air2}} + \dots + \frac{a_n}{LI_{airn}} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$: concentrations radioactives dans l'air pour les nucléides 1, 2, ..., n en Bq/m³.

$LI_{air1}, LI_{air2}, \dots, LI_{airn}$: limites d'immission dans l'air pour les nucléides 1, 2, ..., n en Bq/m³.

$$\frac{a_1}{LI_{eau1}} + \frac{a_2}{LI_{eau2}} + \dots + \frac{a_n}{LI_{eau n}} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$: concentrations radioactives des nucléides 1, 2, ..., n dans les eaux en Bq/l.

$LI_{eau1}, LI_{eau2}, \dots, LI_{eau n}$: limites d'immission dans l'eau pour les radionucléides 1, 2, ..., n en Bq/l.

Annexe 8
(art. 46, al. 4, let. b, 80, al. 5, et 85, al. 5)

Signalisation des secteurs contrôlés et surveillés

Selon les sources de rayonnement utilisées, les secteurs contrôlés et surveillés doivent porter les indications suivantes:

1. Sources radioactives scellées:

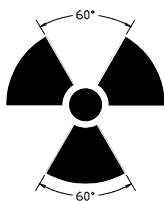
- a. le nucléide le plus radiotoxique ou le nucléide directeur et son activité maximale ou l'activité et le nucléide avec le rayonnement gamma de la plus haute énergie;
- b. le débit de dose ambiante en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela s'avère judicieux;
- c. le signe de danger.

2. Autre matière radioactive:

- a. le nucléide le plus radiotoxique ou le nucléide directeur 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/cm² 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/m³;
- 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.

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 d'activité pour la définition des sources radioactives 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)⁵⁷.

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	4×10^1
Pu-238	6×10^{-2}
Pu-239/Be ⁵⁸	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}

⁵⁷ Les publications de l'AIEA citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement en anglais sur le site Internet de l'AIEA à l'adresse: www.iaea.org > Publications.

⁵⁸ L'activité indiquée correspond à celle du radionucléide émetteur alpha.

Annexe 10

(art. 80, al. 2, let. b, 82, al. 1 et 2, 85, al. 2, let. b)

Types de zones et de domaines

1. Les zones sont classées selon les types suivants en fonction du niveau de contamination présent ou attendu:

Type de zone	Contamination de surface C_{surf}	Contamination de l'air C_{air}
0	$C_{\text{surf}} < 1 \cdot \text{CS}^{59}$	$C_{\text{air}} < 0,05 \cdot \text{CA}^{60}$
I	$C_{\text{surf}} < 1 \cdot \text{CS}$	$0,05 \cdot \text{CA} \leq C_{\text{air}} < 0,1 \cdot \text{CA}$
II	$1 \cdot \text{CS} \leq C_{\text{surf}} < 10 \cdot \text{CS}$	$0,05 \cdot \text{CA} \leq C_{\text{air}} < 0,1 \cdot \text{CA}$
III	$10 \cdot \text{CS} \leq C_{\text{surf}} < 100 \cdot \text{CS}$	$0,1 \cdot \text{CA} \leq C_{\text{air}} < 10 \cdot \text{CA}$
IV	$C_{\text{surf}} \geq 100 \cdot \text{CS}$	$C_{\text{air}} \geq 10 \cdot \text{CA}$

Dans le cas où les degrés de contaminations des surfaces et de l'air ne conduisent pas au même type de zone, c'est le facteur le plus restrictif qui s'applique.

2. A l'intérieur des zones présentant un débit de dose ambiante élevé et en vue de planifier et de réglementer les doses individuelles, les domaines suivants doivent être signalés en fonction du débit de dose ambiante maximal admissible:

Type de domaine	Débit de dose ambiante D aux endroits accessibles
V	$D < 0,01 \text{ mSv/h}$
W	$0,01 < D < 0,1 \text{ mSv/h}$
X	$0,1 < D < 1 \text{ mSv/h}$
Y	$1 < D < 10 \text{ mSv/h}$
Z	$D > 10 \text{ mSv/h}$

⁵⁹ Valeur directrice (Bq/cm²) pour la contamination de surface selon l'annexe 3, colonne 12, ORaP, moyenne sur 100 cm².

⁶⁰ Valeur directrice (Bq/m³) de l'activité durable dans l'air selon l'annexe 3, colonne 11, ORaP.

Modification d'autres actes

Les ordonnances mentionnées ci-après sont modifiées comme suit:

...⁶¹

⁶¹ Les mod. peuvent être consultées au RO 2017 4261.

