

commission du codex alimentarius



ORGANISATION DES NATIONS
UNIES POUR L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE

ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ



BUREAU CONJOINT: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROME Tél: +39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Point 16 de l'ordre du jour

CX/FAC 04/36/35
Janvier 2004

PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMITÉ DU CODEX SUR LES ADDITIFS ALIMENTAIRES ET LES CONTAMINANTS

Trente-sixième session

Rotterdam (Pays-Bas), 22 – 26 mars 2004

AVANT-PROJET DE RÉVISION AUX LIMITES INDICATIVES POUR LES RADIONUCLÉIDES DANS LES ALIMENTS, APPLICABLES DANS LE COMMERCE INTERNATIONAL A LA SUITE D'UNE CONTAMINATION NUCLÉAIRE ACCIDENTELLE (CAC/GL 5-1989), Y COMPRIS LES LIMITES INDICATIVES POUR LE LONG TERME

Note du Secrétariat : Par manque de temps, il n'a pas été demandé d'observations écrites et le document CX/FAC 04/36/35-Add. 1 ne sera donc pas publié.

INTRODUCTION

À sa cinquantième session (juin 2002), le Comité exécutif a examiné une demande de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) tendant à étendre à d'autres radionucléides les limites indicatives pour les radionucléides dans les aliments, applicables dans le commerce international à la suite d'une contamination nucléaire accidentelle (CAC/GL 5-1989), et à envisager, à titre de nouvelle activité, l'établissement de limites indicatives pour le long terme¹. Le Comité exécutif n'a pas approuvé l'élaboration de limites indicatives, mais a renvoyé la question au Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants (CCFAC) pour qu'il l'examine en même temps que d'autres suggestions de l'AIEA concernant la portée des travaux².

À sa trente-cinquième session (mars 2003), le CCFAC a décidé de demander à l'AIEA de préparer, en collaboration avec la délégation finlandaise, une version révisée des limites indicatives du Codex pour les radionucléides dans les aliments, applicables dans le commerce international à la suite d'une contamination nucléaire accidentelle pour distribution, observations et complément d'examen à sa trente-sixième session³. À sa vingt-sixième session, la Commission du Codex Alimentarius (CCA) a approuvé la révision des limites indicatives pour les radionucléides dans les aliments, applicables dans le commerce international à la suite d'une contamination nucléaire accidentelle (CAC/GL 5-1989) et l'élaboration de limites indicatives pour le long terme comme activité nouvelle du Comité⁴.

¹ CX/EXEC 02/50/7, annexe 1

² ALINORM 03/3A, par. 67 et appendice III

³ ALINORM 03/12A, par. 79 et 84.

⁴ ALINORM 03/41, appendice VIII.

En réponse à cette demande, l'AIEA a organisé à son Siège, du 18 au 22 août 2003, une réunion de consultants pour réviser les limites indicatives du Codex pour les radionucléides dans les aliments afin d'inclure d'autres radionucléides et pour étudier la question de l'élaboration de limites indicatives pour le long terme. Ont participé à cette réunion des consultants du Danemark et de la Finlande, ainsi que des représentants du Département de la protection de l'environnement humain de l'OMS, de la Division de la sûreté radiologique et de la sûreté des déchets de l'AIEA et de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture.

Par la suite, l'AIEA a réuni à son Siège, du 19 au 21 janvier 2004, un groupe d'experts de haut niveau pour la conseiller sur les critères radiologiques pour les radionucléides dans les aliments applicables dans le commerce international. Ce groupe était présidé par le président de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) et composé du directeur du Centre national de recherche de l'Institut de biophysique de la Fédération de Russie, du président de la Fondation pour la recherche sur les effets des rayonnements, du secrétaire du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR), de représentants de la Commission européenne et de représentants de la Division de la sûreté radiologique et de la sûreté des déchets de l'AIEA et de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture.

RAPPEL

À sa dix-huitième session (Genève, 1989), la Commission du Codex Alimentarius (CCA) a adopté les limites indicatives pour les radionucléides dans les aliments, applicables dans le commerce international à la suite d'une contamination nucléaire accidentelle (CAC/GL 5-1989) pour six radionucléides (^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{239}Pu et ^{241}Am). Les limites indicatives ont été conçues pour s'appliquer pendant un an après un accident nucléaire. Depuis lors, on a reconnu la nécessité d'élaborer des limites indicatives pour plus de six radionucléides et pour une période supérieure à un an après un événement nucléaire ou radiologique majeur, ou pour des rejets réguliers de radionucléides dans l'environnement. En outre, et comme indiqué dans la pièce jointe intitulée *Justification scientifique du projet de limites indicatives pour les radionucléides dans les aliments*, l'évaluation des doses résultant de l'incorporation de substances radioactives a été considérablement améliorée.

SITUATION ACTUELLE

Le projet de limites indicatives révisées pour les radionucléides dans les aliments applicables dans le commerce international est joint pour examen par le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants à sa trente-sixième session.

PROJET DE LIMITES INDICATIVES REVISEES POUR LES RADIONUCLEIDES DANS LES ALIMENTS APPLICABLES DANS LE COMMERCE INTERNATIONAL

TABLEAU 1: LIMITES INDICATIVES (EN BQ/KG) POUR LES RADIONUCLEIDES DANS LES ALIMENTS

Radionucléides dans les aliments	Limites indicatives (Bq/kg)
²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴¹ Am	10
⁹⁰ Sr, ¹⁰⁶ Ru, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ²³⁵ U	100
³⁵ S, ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ⁹⁹ Tc, ¹⁰³ Ru, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce, ¹⁹² Ir	1 000
³ H*, ¹⁴ C	10 000

* Ceci correspond à la valeur la plus prudente pour le tritium (organiquement lié).

Portée : Les limites indicatives s'appliquent aux radionucléides contenus dans des aliments destinés à la consommation humaine et faisant l'objet d'un commerce international, qui se trouvent dans ces aliments dès l'origine ou y ont été incorporés à partir d'une source quelconque. Elles s'appliquent aux aliments reconstitués ou tels que préparés pour la consommation, c'est-à-dire à l'exclusion des aliments séchés ou concentrés, et sont fondées sur un niveau d'exemption pour l'intervention d'environ 1 mSv par an.

Application : S'agissant de la protection radiologique générale des consommateurs, lorsque les niveaux de radionucléides dans les aliments ne dépassent pas les limites indicatives correspondantes, les aliments doivent être considérés comme sûrs pour la consommation humaine. Si les limites indicatives sont dépassées, c'est aux gouvernements de décider si et dans quelles circonstances les aliments doivent être distribués sur leur territoire ou sous leur autorité. Les gouvernements peuvent décider d'adopter des valeurs différentes pour utilisation interne sur leur propre territoire lorsque les hypothèses concernant la distribution des aliments qui ont été retenues pour calculer les limites indicatives peuvent ne pas s'appliquer, par exemple en cas de contamination radioactive étendue.

Radionucléides : Les limites indicatives ne s'appliquent pas à tous les radionucléides. Les radionucléides inclus sont ceux qui sont importants s'agissant de l'incorporation dans la chaîne alimentaire ; qui se trouvent habituellement dans des installations nucléaires ou sont utilisés comme sources de rayonnements en quantités suffisamment grandes pour constituer des contributeurs potentiels importants aux niveaux dans les aliments ; qui sont rejetés régulièrement, ou pourraient être rejetés accidentellement, dans l'environnement à partir d'installations typiques, sont utilisés dans des applications, ou pourraient être utilisés pour des actions malveillantes. De manière générale, les radionucléides naturels ne sont pas pris en considération dans le présent document.

Dans le tableau 1, les radionucléides sont groupés d'après les limites indicatives arrondies de façon logarithmique par ordre de grandeur. Les limites indicatives ont été comparées aux coefficients de dose par ingestion dépendant de l'âge définis comme doses effectives engagées par unité d'incorporation pour chaque radionucléide, lesquelles sont tirées des « Normes fondamentales internationales » (AIEA, 1996)⁵.

⁵ Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, Agence internationale de l'énergie atomique, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Organisation internationale du Travail, Organisation mondiale de la santé et Organisation panaméricaine de la santé, Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, collection Sécurité n° 115, AIEA, Vienne (1996).

Radionucléides multiples dans les aliments : Les limites indicatives reposent sur des hypothèses très prudentes et il n'est donc pas nécessaire d'ajouter les contributions des radionucléides des différents groupes. Chaque groupe doit être traité indépendamment. Toutefois, les activités massiques de chacun des radionucléides d'un même groupe doivent être ajoutées⁶.

Petites quantités ou aliments concentrés : Des considérations particulières s'appliquent à certaines classes d'aliments qui sont consommés en petites quantités (au plus quelques pour cent du total), tels que les épices. Si ces aliments représentent un petit pourcentage du total consommé et donc un faible ajout à la dose totale, les limites indicatives les concernant peuvent être augmentées d'un facteur 10, conformément aux Normes fondamentales internationales (AIEA, 1996).

⁶ Par exemple, si ^{134}Cs et ^{137}Cs sont des contaminants d'aliments, la limite indicative de 1 000 Bq/kg s'applique à la somme des activités de ces deux radionucléides.

JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE LIMITES INDICATIVES POUR LES RADIONUCLÉIDES DANS LES ALIMENTS⁷

Le projet de limites indicatives pour les radionucléides dans les aliments, et plus spécialement les valeurs présentées au tableau 1, reposent sur les considérations radiologiques générales ci-après et sur l'expérience d'application des normes nationales et internationales existantes pour le contrôle des radionucléides dans les aliments.

Nourrissons et adultes : Comme le montrent les appendices ci-joints, des améliorations importantes ont été apportées à l'évaluation des doses résultant de l'incorporation de substances radioactives depuis la publication des limites indicatives par la Commission du Codex Alimentarius en 1989 (CAC/GL 5-1989). Les niveaux d'exposition humaine résultant de la consommation d'aliments contenant des radionucléides énumérés au tableau 1 dans les limites indicatives proposées ont été évalués à la fois pour les adultes et les nourrissons et comparés au critère de dose approprié. Il en résulte que les limites indicatives présentées au tableau 1 s'appliquent à tous les types d'aliments destinés à la consommation humaine et faisant l'objet d'un commerce international, y compris les aliments pour nourrissons.

Pour évaluer l'exposition de la population et les risques sanitaires associés à l'incorporation de radionucléides présents dans les aliments, on a besoin d'estimations des taux de consommation des aliments et des coefficients de dose par ingestion. D'après l'OMS (1988), on suppose qu'un adulte consomme 550 kg d'aliments par an. La valeur de la consommation d'aliments et de lait d'un nourrisson pendant la première année de vie utilisée pour calculer la dose aux nourrissons est de 200 kg sur la base des habitudes alimentaires actuelles (F. Luykx, IAEA-SM-306/120, 1990 ; Département de la santé des États-Unis, 1998 ; NRPB-W41, 2003). Les valeurs les plus prudentes des coefficients de dose dépendant des radionucléides et de l'âge, c'est-à-dire concernant les formes chimiques de radionucléides les plus souvent absorbées dans le tractus gastro-intestinal, sont tirées des Normes fondamentales internationales (AIEA, 1996).

Critère radiologique : Le critère radiologique approprié, qui a été utilisé pour les comparaisons avec les données sur l'évaluation des doses ci-dessous, est un niveau générique d'exemption pour l'intervention d'environ 1 mSv pour la dose individuelle annuelle due aux radionucléides présents dans les principales marchandises, par exemple les aliments, recommandé par la Commission internationale de protection radiologique comme sûr pour les personnes du public (CIPR, 1999)⁸.

Radionucléides naturels : Les radionucléides naturels sont omniprésents et se trouvent donc dans tous les aliments à des degrés divers. Les doses de rayonnements résultant de la consommation d'aliments vont de quelques dixièmes à quelques centaines de microsievverts par an. Par définition, les doses dues à ces radionucléides naturellement présents dans les aliments ne se prêtent pas au contrôle ; les ressources nécessaires pour influencer sur les expositions seraient disproportionnées par rapport aux avantages obtenus sur le plan sanitaire. Les radionucléides naturels ne sont donc pas pris en considération dans le présent document.

⁷ À sa dix-huitième session (Genève, 1989), la Commission du Codex Alimentarius (CCA) a adopté les limites indicatives pour les radionucléides dans les aliments, applicables dans le commerce international à la suite d'une contamination nucléaire accidentelle (CAC/GL 5-1989), valables pour six radionucléides (⁹⁰Sr, ¹³¹I, ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ²³⁹Pu et ²⁴¹Am) pendant un an après l'accident nucléaire.

⁸ International Commission on Radiological Protection (1999), Principles for the Protection of the Public in Situations of Prolonged Exposure, ICRP Publication 82, Annals of the ICRP.

Évaluation de l'exposition sur un an : On fait l'hypothèse prudente que pendant la première année suivant une contamination radioactive majeure de l'environnement due à un événement nucléaire ou radiologique⁹, il peut être difficile de remplacer les aliments importés de régions contaminées par des aliments importés de zones non touchées. D'après les données statistiques de la FAO (voir l'appendice 1), la fraction moyenne des quantités des principaux aliments importées par tous les pays dans le monde est de 0,1. Les valeurs du tableau 1 ont été calculées de telle sorte que si un pays continue d'importer tous les principaux aliments depuis des régions contaminées par des radionucléides, la dose interne annuelle moyenne aux habitants ne dépassera pas environ 1 mSv (voir l'appendice 2). L'évaluation reposant sur des hypothèses très prudentes, le résultat doit être considéré comme le plafond d'une fourchette de doses possibles.

Évaluation de l'exposition à long terme : Au bout d'un an après une contamination majeure de l'environnement par des radionucléides, la plupart des aliments importés de zones contaminées par des résidus radioactifs seront remplacés par des aliments importés de zones non touchées. Toutefois, il se pourrait que des aliments contaminés soient importés de temps à autre.

Le niveau d'exposition du public peut être estimé en tenant compte des statistiques relatives aux importations et à la production. D'après les données statistiques de la FAO, la valeur moyenne mondiale du facteur importation/production se situe entre 0,0001 et 0,001 (voir l'appendice 1). Ainsi, pour un pays important occasionnellement des aliments de zones contaminées par des résidus radioactifs, la dose interne effective annuelle moyenne aux habitants est estimée à moins d'environ 10 µSv (voir l'appendice 2), ce qui est considéré comme entraînant un risque sanitaire négligeable pour l'individu (CIPR, 1991 ; AIEA, 1988, 1996). L'évaluation reposant sur des hypothèses très prudentes, le résultat doit être considéré comme le plafond d'une fourchette de doses possibles.

Estimation du risque sanitaire : Du fait des hypothèses extrêmement prudentes qui ont été adoptées, il est hautement improbable que l'application des limites indicatives aboutisse à une dose effective engagée individuelle due à la consommation d'aliments pendant la première année après un événement nucléaire ou radiologique majeur dépassant une petite fraction de 1 mSv. Ceci représente un risque de décès par cancer radio-induit d'environ 10^{-5} au maximum sur la vie entière.

Dans le cas d'un accident de réacteur nucléaire, le rejet de ^{131}I peut engendrer un risque de cancer de la thyroïde. Lorsque que les niveaux de ^{131}I dans les aliments après un rejet accidentel de courte durée sont dans les limites indicatives, la dose à la thyroïde ne dépasserait pas 20 mGy, tant chez les nourrissons que chez les adultes. Ceci représente un risque de décès par cancer radio-induit de la thyroïde pour les deux tranches d'âge d'environ 10^{-4} au maximum sur la vie entière. Le risque correspondant de décès par cancer radio-induit de la thyroïde est inférieur à 10^{-5} .

Le risque supplémentaire sur la vie entière de décès par cancer radio-induit pour les individus consommant des aliments importés de zones contaminées par des résidus radioactifs dans les limites indicatives données au tableau 1 ne sera pas supérieur à 10^{-6} après un an de consommation fréquente. Le risque sur la vie entière correspondant résultant de la consommation de tels aliments année après année serait nettement inférieur à 10^{-4} .

⁹ Dans le présent document, on entend par « événement nucléaire ou radiologique » une situation d'urgence nucléaire ou radiologique ou une situation résultant d'un acte terroriste dirigé contre une installation nucléaire ou une source de rayonnements puissante.

APPENDICE 1

ESTIMATION DES VALEURS DU FACTEUR IMPORTATION/PRODUCTION D'APRES LES STATISTIQUES ALIMENTAIRES DE LA FAO

Le facteur importation/production (IPF_{CA}) est défini comme le rapport de la quantité d'aliments importés chaque année de zones contaminées par des radionucléides (I_{CA}) à la quantité totale produite et importée ($P+I$) chaque année dans la région ou le pays en question :

$$IPF_{CA} = I_{CA} / (P+I)$$

On peut considérer que les personnes consomment la même proportion d'aliments importés contaminés par rapport à la quantité totale d'aliments consommés.

Les valeurs de l' IPF_{CA} spécifiques de la région ou du pays peuvent être déterminées sur la base des statistiques locales d'importation et de production. Pour estimer numériquement la contribution moyenne mondiale des aliments importés depuis des zones contaminées par des radionucléides aux valeurs de la production alimentaire totale requises pour le présent document, on a utilisé les données statistiques sur la production, l'importation et la consommation des principaux aliments tirées des bilans alimentaires de FAOSTAT¹⁰.

Sur la base des données FAOSTAT pour la période quinquennale la plus récente (1997-2001), la fraction moyenne des quantités des principaux aliments (céréales, féculents, légumes, fruits, viande, lait, poisson et fruits de mer) importés par tous les pays dans le monde (IPF_w), pondérée par la consommation des principaux aliments est de 0,11 (ce qui peut être arrondi à 0,1). Les fractions moyennes pour les divers aliments principaux vont de 0,05 pour les légumes à 0,27 pour le poisson et les fruits de mer.

La contribution des aliments produits dans des zones touchées par un accident nucléaire majeur aux importations alimentaires mondiales (I_{CA}/I_w) peut être évaluée sur la base de l'expérience de l'accident de Tchernobyl, qui a entraîné la contamination radioactive de vastes zones agricoles. Dans les trois pays les plus touchés par l'accident de Tchernobyl (Biélorus, Russie et Ukraine), de 0,4 % à 23 % du territoire ont été gravement contaminés par des radionucléides, c'est-à-dire à plus de 37 kBq/m² (1 Ci/km²) de ¹³⁷Cs. Ces trois pays produisent au total environ 5 %, et leurs zones contaminées moins de 0,2 %, de la production mondiale des principaux aliments. Compte tenu de la contribution des autres pays européens contaminés sporadiquement par l'accident de Tchernobyl, cette fraction peut être estimée à 0,3 % et, si l'on prend en considération les incertitudes, entre 0,1 % et 1 % (10⁻³ à 10⁻²).

Étant donné que la fraction moyenne mondiale des aliments importés représente environ 0,1 des aliments produits et importés, la fraction moyenne des aliments importés de régions contaminées par des radionucléides à la suite d'un événement nucléaire ou radiologique majeur ($IPF_{CA,w}$) peut être estimée comme allant de 10⁻⁴ à 10⁻³.

¹⁰ <http://apps.fao.org/lim500/wrap.pl?FoodBalanceSheet&Domain=FoodBalanceSheet&Language=francais>

APPENDICE 2

EVALUATION DE L'EXPOSITION INTERNE HUMAINE LORSQUE LES LIMITES INDICATIVES SONT APPLIQUEES

Pour évaluer le niveau moyen d'exposition du public dans un pays du fait de l'importation d'aliments depuis un pays étranger contaminé par une radioactivité résiduelle, il faut, en appliquant les présentes limites indicatives, utiliser les données suivantes : consommation alimentaire annuelle des adultes et des nourrissons, coefficients de dose par ingestion dépendant des radionucléides et de l'âge, et facteurs importation/production définis à l'appendice 1. Lorsque l'on évalue la dose interne moyenne chez le nourrisson et la population générale, il est suggéré que, du fait des contrôles et des inspections, la teneur en radionucléides des aliments importés ne dépasse pas les présentes limites indicatives. On considère, en appliquant une approche d'évaluation prudente, que tous les aliments importés de pays étrangers contaminés par une radioactivité résiduelle ont une teneur en radionucléides conforme aux présentes limites indicatives.

On peut alors estimer la dose interne moyenne à la population, E (mSv), due à la consommation annuelle d'aliments importés contenant des radionucléides à l'aide de la formule suivante :

$$E = GL(A) \cdot M(A) \cdot e_{ing}(A) \cdot IPF$$

où :

$GL(A)$ est la limite indicative (Bq/kg) dépendant de l'âge

$M(A)$ est la quantité d'aliments (kg) consommée par an selon l'âge

$e_{ing}(A)$ est le coefficient de dose par ingestion (mSv/Bq) dépendant de l'âge

IPF est le facteur importation/production défini à l'appendice 1 (sans dimension).

Les résultats d'évaluation présentés au tableau 2 pour les nourrissons et les adultes montrent que pour la plupart des 20 radionucléides à l'examen, à l'exception de ^{14}C , ^{129}I , ^{134}Cs et ^{137}Cs , les nourrissons peuvent recevoir des doses plus élevées que les adultes. Toutefois, pour l'ensemble des 20 radionucléides, les doses dues à la consommation d'aliments importés pendant la première année suivant une contamination radioactive majeure ne dépassent pas environ 1 mSv et celles dues à la consommation annuelle à long terme (au-delà d'un an) ne dépassent pas environ 10 μSv .

Pour ^{239}Pu et pour un certain nombre d'autres radionucléides (à l'exception de ^3H , ^{14}C , ^{35}S et des isotopes de l'iode et du césium), l'estimation de dose est particulièrement prudente du fait que des facteurs élevés d'absorption par le tractus gastro-intestinal, et les coefficients de dose par ingestion associés, sont appliqués pour l'ensemble de la première année de vie, alors que ceci est valable principalement pendant la période d'allaitement, dont la CIPR a estimé récemment qu'elle dure en moyenne les six premiers mois de la vie (Comité 2 de la CIPR, à paraître en 2004). Pour les six autres mois de la première année de vie, les facteurs d'absorption dans l'intestin sont nettement inférieurs.

À titre d'exemple, les évaluations des doses pour ^{137}Cs et ^{239}Pu dans les aliments sont présentées ci-dessous séparément pour la première année après la contamination par ces radionucléides et pour l'exposition à long terme.

Évaluation de l'exposition sur un an

On fait l'hypothèse prudente que pendant la première année suivant une contamination radioactive majeure de l'environnement, il peut être difficile de remplacer les aliments importés de régions contaminées par des aliments importés de zones non touchées. Par conséquent, on utilise la valeur mondiale moyenne du facteur importation/production égale à 0,1 (voir l'appendice 1), pour l'estimation de la dose moyenne.

Cs-137 :

Pour les adultes : $E = 1\,000 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,7 \text{ mSv}$;

Pour les nourrissons : $E = 1\,000 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,4 \text{ mSv}$

TABLEAU 2. ÉVALUATION D'UNE DOSE AUX NOURRISSONS ET AUX ADULTES PAR INGESTION D'ALIMENTS IMPORTES PENDANT UN AN

Radionucléide	Limite indicative (Bq·kg ⁻¹)	Dose annuelle (mSv)		
		1 ^e année après une contamination majeure		Fourchettes d'exposition à long terme
		Nourrissons	Adultes	
²³⁸ Pu	10	0,8	0,1	0,0001-0,008
²³⁹ Pu		0,8	0,1	0,0001-0,008
²⁴⁰ Pu		0,8	0,1	0,0001-0,008
²⁴¹ Am		0,7	0,1	0,0001-0,007
⁹⁰ Sr	100	0,5	0,2	0,0002-0,005
¹⁰⁶ Ru		0,2	0,04	0,00004-0,002
¹²⁹ I		0,4	0,6	0,0004-0,006
¹³¹ I		0,4	0,1	0,0001-0,004
²³⁵ U	1 000	0,7	0,3	0,0003-0,007
³⁵ S		0,2	0,04	0,00004-0,002
⁶⁰ Co		1	0,2	0,0002-0,01
⁸⁹ Sr		0,7	0,1	0,0001-0,007
⁹⁹ Tc		0,2	0,04	0,00004-0,002
¹⁰³ Ru		0,1	0,04	0,00004-0,001
¹³⁴ Cs		0,5	1	0,0005-0,01
¹³⁷ Cs		0,4	0,7	0,0004-0,007
¹⁴⁴ Ce		1	0,3	0,0003-0,01
¹⁹² Ir		0,3	0,08	0,00008-0,003
³ H*	10 000	0,02	0,02	0,00002-0,0002
¹⁴ C		0,3	0,3	0,0003-0,003

* Ceci correspond à la valeur la plus prudente pour le tritium (organiquement lié).

Pu-239:

Pour les adultes : $E = 10 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,1 \text{ mSv}$;

Pour les nourrissons : $E = 10 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,8 \text{ mSv}$

Évaluation de l'exposition à long terme :

Au bout d'un an après une contamination majeure de l'environnement par des radionucléides, la plupart des aliments importés de zones affectées par des résidus radioactifs seront remplacés par des aliments importés de zones non touchées. Dans ces conditions, il se pourrait que des aliments contaminés par des radionucléides soient importés de temps à autre. Par conséquent, on utilise la valeur mondiale moyenne du facteur importation/production située entre 0,0001 et 0,001 (voir l'appendice 1) pour l'estimation de la dose moyenne :

Cs-137:

Pour les adultes : $E = 1\ 000 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot (0,0001 - 0,001) = 0,0007 - 0,007 \text{ mSv}$;

Pour les nourrissons : $E = 1\ 000 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot (0,0001 - 0,001) = 0,0004 - 0,004 \text{ mSv}$.

Pu-239:

Pour les adultes : $E = 10 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mSv/Bq} \cdot (0,0001 - 0,001) = 0,0001 - 0,001 \text{ mSv}$;

Pour les nourrissons : $E = 10 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mSv/Bq} \cdot (0,0001 - 0,001) = 0,0008 - 0,008 \text{ mSv}$.