

commission du codex alimentarius



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

ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ



F

BUREAU CONJOINT: Viale delle Terme di Caracalla 00153 ROME Tél: +39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

CX/CF 07/1/6
Mars 2007

PROGRAMME MIXTE FAO/WHO SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMITE DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS LES ALIMENTS

**Première session
Beijing, Chine, 16-20 avril 2007**

DOCUMENT DE TRAVAIL POUR INFORMATION ET UTILISATION LORS DES DÉBATS CONCERNANT LES CONTAMINANTS ET LES TOXINES DE LA NGCTA

Historique

1. Un document contenu dans l'ANNEXE a été préparé par le Japon et les Pays-Bas conformément à la recommandation appuyée par le Comité sur les additifs alimentaires et les contaminants (CCFAC), lors de sa 38^{ème} session (voir ALINORM 06/29/12 para.116).
2. Le document a été préparé sur la base de celui distribué pour la 38^{ème} Session du CCFAC. Il a incorporé toutes les décisions prises lors de la 38^{ème} Session du CCFAC et la 29^{ème} Session de la Commission du Codex Alimentarius, concernant les limites maximales récemment adoptées et le code d'usage; et le retrait des références aux normes éliminées. En outre, un nouveau texte d'information sur le plomb a été ajouté de sorte que toutes les entrées de contaminants/toxines soient accompagnées par les textes d'information pertinents.
3. Le document est pour information et emploi à la première session du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments. Il fournit un support utile aux discussions sur les contaminants et les toxines à effectuer durant la réunion.
4. Ce document comprend : i) La liste des limites maximales des contaminants et des toxines dans les aliments (Partie 1 et Partie 2); et ii) Tableau I – Limites maximales et directives pour les contaminants et les toxines présents dans les aliments, qui est annexé au NGCTA adopté par la 29^{ème} Session de la Commission du Codex Alimentarius (commençant respectivement à partir de la page 5 et de la page 58). Dans la partie 1, les questions soulevées par les discussions antérieures sur les limites maximales pour un contaminant/toxine sont entourés par des lignes brisées tandis que les informations sur la nature et la toxicité sont entourées de lignes bloc.

ANNEXE

Document de travail pour information et utilisation lors des débats concernant les contaminants et les toxines de la NGCTA

Ce document de travail présente les contaminants et les toxines qui font ou ont fait l'objet de discussions auprès du CCFAC. Il ne contient pas seulement les contaminants et les toxines pour lesquels une norme Codex existe ou est en cours d'élaboration, mais aussi ceux pour lesquels un complément d'information est demandé ou pour lesquels une décision du Codex a été prise.

Le document de travail a pour but de présenter une vue générale de la situation relative aux décisions du Codex concernant ce sujet et de donner des indications sur les mesures supplémentaires nécessaires. Par conséquent, l'information pertinente et les références sont aussi jointes à la liste.

La liste des limites maximales / limites indicatives est donc active, elle doit être mise à jour régulièrement. Afin de la structurer et de faciliter le classement et la recherche des données, un numéro est attribué aux contaminants et aux toxines contenus dans la liste.

La situation concernant les contaminants et les toxines est très complexe et un grand nombre de substances font ou ont fait l'objet de la recherche scientifique et de débats sur leur prévalence dans les denrées alimentaires et leurs conséquences sur la santé humaine et animale. À l'échelle nationale, les activités sont nombreuses, elles font parfois intervenir des mesures légales qui risquent d'affecter le commerce international des aliments de consommation humaine et animale. Il est donc important que le Comité prenne acte des développements dans ce domaine et examine la nécessité de prendre des mesures. Afin d'obtenir une vue d'ensemble de la situation, le CCFAC doit élaborer et tenir à jour un document de travail dans lequel davantage d'information détaillée sur les contaminants et les toxines contenus dans les aliments est présentée sous forme récapitulative.

Le document de travail contient deux parties : la *Partie 1* contient les limites maximales et les limites indicatives fixées par le Comité et les dispositions relatives aux contaminants incluses dans les normes de produits; et la *Partie 2* contient les limites maximales fixées pour le cuivre, le fer et le zinc, considérées comme facteurs de qualité plutôt que de sécurité. La Partie 1 contient aussi les limites en cours d'élaboration aux diverses étapes de la procédure d'élaboration des normes de Codex pour faciliter l'examen par le CCFAC des limites maximales proposées.

INDEX DES CONTAMINANTS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

NOM	PARTIE	PAGE	NOM	PARTIE	PAGE
Acrylamide	1	34	Méthylmercure	1	17
Acrylonitrile	1	36	3-Monochloropropane-1,2-di ol3-MCPD	1	37
Aflatoxines, totales	1	23	Ochratoxine A	1	29
Aflatoxine M1	1	25	Patuline	1	31
Aluminium	1	5	Éthers de diphényles polybromés	1	44
Arsenic	1	7	Biphényles polychlorinés	1	46
Cadmium	1	10	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	1	48
Chloropropanols	1	37	Radionucléides	1	51
Cuivre	2	55	Toxine T-2	1	32
Déoxynivalénol	1	26	Étain	1	20
1,3-Dichloro-2-propanol (1,3-DCP)	1	37	Chlorure de vinyle monomère	1	50
Dioxines	1	40	Zéaralénone	1	33
Carbamate d'éthyle	1	42	Zinc	2	57
Fumonisines	1	28			
Toxine HT-2	1	32			
Fer	2	56			
Plomb	1	12			
Mercur	1	16			

NOTES EXPLICATIVES

Référence du JECFA :	Références à la réunion du JECFA qui a examiné le contaminant et l'année de la réunion.
Indication toxicologique:	Avis toxicologique concernant la valeur de l'apport tolérable du contaminant pour l'être humain, exprimé en milligrammes (mg) par kg de poids corporel. L'année des recommandations et des explications supplémentaires sont incluses
Définition du résidu :	Définition du contaminant sous la forme à laquelle la limite maximale s'applique ou qui pourrait ou devrait être analysé dans les aliments.
Synonymes:	Symboles, synonymes abréviations, descriptions scientifiques et codes d'identification utilisés pour définir le contaminant.
Code d'usage correspondant :	Nom de tout code(s) d'usages rattaché au contaminant et son (leur) numéro(s) de référence.
Code des produits alimentaires:	Le code des produits alimentaires relève du système de catégorisation des aliments contenu à l'annexe IV de la Norme générale Codex pour les contaminants et les toxines (NGCTA) ou de classification Codex des produits d'alimentation humaine et animale contenue dans le volume 2 du Codex Alimentarius. Le système de catégorisation des produits d'alimentation humaine et animale précise également la partie de l'aliment qui doit être analysée et à laquelle s'applique la limite maximale, à moins qu'une définition précise de l'aliment ne soit fournie en annexe aux limites maximales. En ce qui concerne les limites maximales figurant dans les normes de produits du Codex, le numéro des normes correspondantes est indiqué, si les numéros de code ne sont pas faciles à obtenir pour ces produits.
Type :	Le type indique s'il s'agit de la valeur de la limite maximale Codex (LM) ou de la limite indicative Codex (GL). Voir également les définitions de ces termes dans le préambule de la Norme générale Codex pour les contaminants et les toxines dans les denrées alimentaires.
Étape :	Étape de la procédure d'élaboration des normes Codex à laquelle se trouve chaque limite maximale (au moment de la publication du présent document). Voir le Manuel de procédure du Codex. Le terme « adopté » désigne les limites maximales et les normes du Codex qui ont été adoptées.
Référence ou année d'adoption :	Numéro de référence de la norme de produit dans laquelle la limite maximale est établie ou l'année d'adoption de la limite maximale suivant la recommandation du Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les Contaminants (jusqu'à 2006).

Qualification des limites maximales (LM)

C :	Pour les produits en conserve uniquement
-----	------------------------------------------

Définitions de quelques termes toxicologiques

DJMTP	<i>(Dose journalière maximale tolérable provisoire)</i> Sa valeur représente l'exposition humaine admise suite à la contamination naturelle des aliments et de l'eau potable par la substance. Pour les micros constituants qui sont à la fois des nutriments essentiels et des constituants involontaires, une fourchette est donnée, dont la valeur inférieure représente le niveau d'essentialité et la valeur supérieure la DJMTP.
DHTP:	Le seuil utilisé pour les contaminants alimentaires comme les métaux lourds dont les propriétés sont cumulatives. Sa valeur représente l'exposition à ces contaminants hebdomadaires admis pour l'homme, involontairement associée à la consommation d'aliments autrement sains et nutritifs.
DMTP :	Le seuil utilisé pour un contaminant alimentaire dont les propriétés cumulatives ont une demi-vie de longue durée dans le corps humain. Sa valeur représente l'exposition mensuelle à un contaminant admise pour l'homme, involontairement associée à des aliments autrement sains et nutritifs.

Réf: <http://jecfa.ilsa.org/section1.htm#52>

Métaux**Aluminium**

Référence au JECFA:	67 (2006)
Indication toxicologique:	DHTP 1 mg/kg pc (2006, pour tous les composés de l'aluminium dans les aliments y compris les additifs)
Synonymes:	Al
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour mes mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Aliment/produit	Limite (mg/kg)	Type	Etape	Référence ou année d'adoption	Réf au CC	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
No LM								

L'aluminium apparaît dans l'environnement sous la forme de silicates, d'oxydes et d'hydroxydes combinés avec d'autres éléments tels que le sodium et la fluorine, et en tant que complexes de matière organique. L'aluminium est un composant majeur de l'écorce terrestre. Il est libéré dans l'environnement à la fois par des processus naturels et à partir de sources anthropogènes, et on peut constater que les processus naturels sont bien plus importants que la contribution des sources anthropogènes. Le mouvement d'aluminium à travers les actions humaines est généralement indirect et apparaît comme étant le résultat de l'émission de substances acidifiantes dans l'atmosphère. L'aluminium est hautement concentré dans les poussières dérivées du sol à partir de processus naturels, la combustion du charbon, et les activités telles que l'exploitation minière et l'agriculture. En outre, l'aluminium trouve son emploi dans une large variété d'applications y compris les matériaux de structure dans la construction, les automobiles, et les matériaux destinés aux avions et à l'emballage, ainsi que divers conteneurs et ustensiles de cuisine et pharmaceutiques (Critères d'hygiène de l'environnement pour l'aluminium ; Programme International sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) ; 1997).

L'exposition de l'homme non professionnelle à l'aluminium s'effectue principalement par l'ingestion d'aliments et de l'eau. Les aliments représentent la principale source donatrice vu que l'aluminium est naturellement présent dans des quantités variables dans la plupart des denrées consommées. L'ingestion d'aluminium peut être augmentée fortement à travers l'emploi de produits pharmaceutiques contenant de l'aluminium (en particulier les antiacides) Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1997).

L'aluminium ainsi que ses composés semblent être absorbés de façon médiocre par les humains ; le mécanisme de l'absorption gastro-intestinale n'a pas été élucidé déjà complètement. La variabilité résulte des propriétés chimiques de l'élément et de la formation de diverses espèces chimiques qui est assujettie au PH, la force ionique, la présence d'éléments concurrents et d'agents formateurs de complexes au sein du système gastro-intestinal. L'urine constitue la route la plus importante de l'excrétion d'aluminium. L'aluminium a une longue période de demi-vie. (Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1997).

Lors de sa soixante-septième session, le JECFA a établi une dose provisoire hebdomadaire tolérable (PTWI) pour l'Aluminium de 1mg/kg pour tous les composés d'aluminium dans les aliments y compris les additifs; les DJA et PTWI pour les composés de l'aluminium ont été retirés. Le JECFA a conclu que les composés de l'aluminium avaient la capacité d'affecter le système de reproduction et le développement du système nerveux à des doses moins élevées que celles utilisées dans l'établissement de la PTWI antérieure.

L'évaluation de la PTWI était fondée sur les preuves associées de différentes études. Les études menées avec une administration diététique des composés de l'aluminium ont été considérées comme les plus appropriées. Les doses minimales avec effet observé (LOEL) les moins élevées pour l'Aluminium de différentes études dans les souris, les rats et les chiens variaient de 50-75mg/kg pc par jour. Un facteur d'incertitude de 100 a été appliqué (à 50mg/kg pc par jour) pour autoriser les différences inter et intra spécifiques Un facteur d'incertitude supplémentaire de 3 a été appliqué pour couvrir les déficiences dans la base de données (absence de doses sans effets observés (NOELs) dans la majorité des études et absence d'études à long terme dans les points limites toxicologiques pertinents). Les déficiences sont également compensées par la biodisponibilité probable plus basse des

Métaux

Aluminium

composés solubles d'aluminium moins élevés présents dans les aliments. A cause du potentiel pour une bioaccumulation le JECFA a confirmé que la valeur directive basée sur la santé devrait être exprimée en tant que dose provisoire hebdomadaire tolérable (PTWI).

Le JECFA a noté que la dose provisoire hebdomadaire tolérable (PTWI) est probablement dépassée en grande proportion par certains groupes de la population, en particulier les enfants qui consomment régulièrement des aliments qui incluent des additifs contenant de l'aluminium. Le JECFA a également noté que l'on prévoit que l'exposition diététique à l'aluminium soit très élevée pour la nourriture pour les nourrissons basée sur des préparations au soja.

Lors de sa soixante-septième session, le JECFA a recommandé que des données supplémentaires sur la biodisponibilité de différents additifs alimentaires contenant de l'aluminium soient requis; Il existe un besoin pour une étude appropriée de la toxicité développementale et une étude portant sur plusieurs générations comportant des points limites neuro comportementaux qui doit être conduite sur le(s) composé(s) d'aluminium pertinents(s); des études pour identifier les formes d'aluminium présentes dans les préparations de soja, et leur biodisponibilité sont nécessaires avant qu'une évaluation des risques potentiels de la nourriture pour les nourrissons basée sur des préparations au soja puisse être examinée.

Métaux**Arsenic****Arsenic**

Référence du JECFA:	5 (1960), 10 (1967), 27 (1983), 33 (1988)
Indication toxicologique:	DHTP: 0,015 mg/kg du poids corporel (1988, pour l'arsenic inorganique)
Définition du résidu:	Arsenic: total, sauf indication contraire; arsenic inorganique; ou autre spécification
Synonymes:	As
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf au CC	Remarques/observations à l'intention du for Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Graisses et huiles comestibles	0,1	LM	Adoptée	CS 19-1981	FO	Graisse et huiles comestibles qui ne relèvent pas d'une norme individuelle	1)
	Matières grasses tartinables	0,1	LM	7		FO 03, 05		
	Margarine	0,1	LM	Adoptée	CS 32-1981	FO		2)
	Minarine	0,1	LM	Adoptée	CS 135-1981	FO		2)
	Graisses animales portant un nom spécifique	0,1	LM	Adoptée	CS 211-1999	FO	Lard, graisse de porc fondue, premier jus et suif comestible	1)
OR 0305	Huile d'olive, raffinée	0,1	LM	Adoptée	CS 33-1981	FO		
OC 0305	Huile d'olive, vierge	0,1	LM	Adoptée	CS 33-1981	FO		
OR 5330	Huile d'olive, de grignon	0,1	LM	Adoptée	CS 33-1981	FO	Huile de grignon	
OC 0172	Huiles végétales, brutes	0,1	LM	Adoptée	CS 210-1999	FO	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la super oléine de palme	
OR 0172	Huiles végétales, comestibles	0,1	LM	Adoptée	CS 210-1999	FO	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme	1)

Métaux**Arsenic**

Code	Denrée/produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf au CC	Remarques/observations à l'intention du for Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Eaux minérales naturelles	0,01	LM	Adoptée	CS 108-1981	NMW-01	Exprimée en mg/l d'arsenic total	Changement, était de 0,05 mg/l en 2001.
	Sel de qualité alimentaire	0,5	LM	Adoptée	CS 150-1985	NFSDU-96		

1) Les normes pour les graisses et les huiles révisées contiennent le texte suivant sur la concentration maximale du contaminant mentionné : « Les produits qui relèvent des dispositions de cette norme devront se conformer à la limite maximale en cours d'élaboration par CAC, mais dans l'intérim, les limites suivantes seront appliquées ». La norme Codex pour les graisses et les huiles comestibles ne relevant pas de normes individuelles contient la même disposition relative aux contaminants que les autres normes pour les graisses et les huiles récentes (ne s'applique qu'au plomb et à l'arsenic).

2) Les normes pour la margarine et la minarine (Norme Codex CS 32-1981 et Norme Codex CS135-1981) contiennent les limites maximales pour le fer, le cuivre, le plomb et l'arsenic, mais le Comité du Codex pour les graisses et les huiles prépare un projet de norme pour les matières grasses tartinables, qui contiendra le même texte que les normes pour les huiles et les graisses récemment révisées et ne s'appliquera qu'au plomb et à l'arsenic.

Il a été observé dans le document de synthèse CX/FAC 99/22 sur l'arsenic dont il a été discuté lors de la trente-et-unième session du CFAC en 1999 que plusieurs pays avaient établi des limites maximales pour l'arsenic présent dans les denrées alimentaires et que certaines d'entre elles étaient strictes à l'égard du poisson et des fruits de mer, ce qui pourrait entraîner des problèmes dans les échanges commerciaux. La fourchette actuelle des limites maximales du Codex pour l'arsenic présent dans certaines denrées alimentaires ne reflète pas toutes les normes nationales. Le document concluait cependant que, d'une façon générale, rien n'indique que les limites maximales Codex spécifiques à l'arsenic présent dans les denrées alimentaires soient nécessaires. En outre, à l'heure actuelle, on ne dispose pas de suffisamment d'information pour décider de l'établissement de limites maximales Codex pour l'arsenic, en raison des incertitudes mentionnées concernant les concentrations des espèces d'arsenic naturellement présentes dans les aliments, leur toxicité et la disponibilité de méthodes analytiques adaptées. Il a été reconnu qu'à l'heure actuelle, la limite maximale pour l'arsenic présent dans l'eau potable et l'eau minérale est pertinente. Le CCFAC est convenu de finaliser le document de synthèse et est convenu que le document de synthèse définitif constituerait la base des travaux futurs jusqu'à ce qu'une méthodologie de routine soit disponible pour déterminer les composés d'arsenic toxiques dans les aliments (voir ALINORM 99/12A, para. 137)

L'arsenic est un élément métalloïde généralement présent sous forme de minéraux dans la croûte terrestre et qui est plus facilement rencontré dans les sources naturelles liées à l'activité volcanique et à l'érosion des minéraux, et par l'activité anthropique créatrice d'émissions dans l'environnement, comme la fusion du minerai, la brûlure du charbon et les utilisations spéciales, telles les agents conservateurs du bois à base d'arsenic, les pesticides ou les médicaments pour usage humain ou vétérinaire. Suite aux processus métaboliques qui ont lieu naturellement dans la biosphère, l'arsenic existe en nombreuses formes chimiques organiques ou inorganiques dans les aliments (espèces). Dans l'environnement marin notamment, l'arsenic est souvent présent en concentrations élevées sous formes organiques, jusqu'à 50mg/kg, sur la base du poids humide, dans certains poissons et fruits de mer dont les algues, le poisson, les coquillages et les crustacés. En eau douce et en milieu terrestre, l'arsenic est normalement présent en concentrations plus faibles (généralement 1-20 ug/kg) dans les plantes cultivées et le bétail. Des concentrations plus élevées peuvent exister dans le riz, les champignons et parfois dans la volaille nourrie avec du poisson contenant de l'arsenic. La concentration d'arsenic dans l'eau potable est un sujet de préoccupation dans un grand nombre de pays; des concentrations supérieures à 200 mg/kg ont été signalées, pouvant avoir des effets indésirables sur la santé des consommateurs. Les formes d'arsenic les plus toxiques sont les composés d'arsenic inorganique (III) et (V); le trioxyde d'arsenic inorganique, très connu comme raticide, a parfois été utilisé comme homicide. Les formes méthylées de l'arsenic ont une toxicité aiguë faible; l'arsénobétaïne qui est la principale forme d'arsenic présent dans le poisson et les crustacés est considérée comme non-toxique. Dans les coquillages, les mollusques et les algues, on observe la présence des dérivés diméthyl-arsinylribosides (« arsenosucres »), dont la toxicité possible n'est pas très bien connue. Seul un faible pourcentage de l'arsenic total présent dans le poisson est de forme inorganique, qui est la seule forme pour laquelle une DHTP a été élaborée par le JECFA. Les données épidémiologiques humaines utilisées pour l'évaluation du risque sont basées sur l'exposition à l'arsenic inorganique contenu dans l'eau potable. L'IARC a classifié l'arsenic inorganique comme cancérigène humain, et le risque à vie lié au cancer de la peau provoqué par l'arsenic contenu dans l'eau potable à une concentration égale ou supérieure à la limite indicative de l'OMS pour l'arsenic présent dans l'eau potable est estimé à 6×10^{-4} .

Métaux

Arsenic

Jusqu'à maintenant, il a été difficile de réaliser l'analyse de l'arsenic total contenu dans les aliments, quant à l'exactitude et la précision. En outre, des données différenciées concernant l'arsenic sont grandement nécessaires en raison des différences considérables de la toxicité pour les humains des diverses formes d'arsenic.

L'apport total d'arsenic dans le régime alimentaire humain est généralement dominé par l'arsenic organique provenant des fruits de mer. Les données disponibles sur l'exposition humaine à l'arsenic inorganique (souvent basée sur l'hypothèse que les denrées autres que le poisson et les fruits de mer ne contiennent que de l'arsenic inorganique) laissent entendre que la DHTP ne sera généralement pas dépassée, à moins d'une forte contribution en provenance de l'eau potable. La recherche doit se poursuivre sur le devenir des substances arsénicales organiques et la possibilité qu'elles puissent se convertir en formes arsénicales inorganiques, soit par la transformation ou par métabolisme chez les animaux ou chez les humains.

Métaux**Cadmium**

Référence au JECFA:	16 (1972), 33 (1988), 41 (1993), 55 (2000), 61 (2003), 64 (2005)
Indication toxicologique:	DHTP: 0,007 mg/kg de poids corporel (1988 (maintenue in 2000 & 2003).
Définition du résidu:	Cadmium, total
Synonymes:	Cd
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/Produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence année d'adoption	ou Réf au CC	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
								1)
VB 0040	Légumes brassica	0,05	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC		1)
VA 0035	Légumes bulbes	0,05	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC		1)
VC 0045	Légumes fruits, cucurbitacées	0,05	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC		1)
VO 0050	Légumes fruits autres que les cucurbitacées	0,05	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC	Tomates et champignons comestibles exceptés	1)
VL 0053	Légumes feuilles	0,2	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC		1)
VP 0060	Légumineuses	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC		
VR 0589	Pommes de terre	0,1	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC	Pelées	1)
VD 0070	Légumes secs	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC	Soja (sec) excepté	
VR 0075	Légumes-racines tubercules	et 0,1	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC	Pommes de terre et céleri rave exceptés	1)
VS 0078	Légumes-tiges	0,1	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC		1)
GC 0081	Céréales à l'exception du Sarrazin, du chénopode et du quinoa	0,1	LM	Adoptée	2001		Blé et riz exceptés, son et germe compris	
CM 1205	Riz, poli	0,4	LM	Adoptée	2006	FAC		
GC 0654	Blé	0,2	LM	Adoptée	CS 248-2005	FAC		1)
IM 0152	Céphalopodes	1	LM	Adoptée	2006	FAC	Sans les viscères	
IM 0151	Mollusques bivalves marins	1	LM	Adoptée	2006	FAC	Huîtres et coquilles Saint-Jacques exceptées	
	Eaux minérales naturelles	0.003	LM	Adoptée	CS 108-1981	NMW	Exprimée en mg/l	
	Sel de qualité alimentaire	0.5	LM	Adoptée	CS 150-1985	NFSDU		

1) Le CCCF devrait demander en 2007 à la 30^{ème} session de la Commission de révoquer les limites maximales individuelles pour le cadmium.

À la soixante et unième session du JECFA (2003), il a été estimé que l'ingestion totale de cadmium était de 2,8 à 4,2 µg/kg de poids corporel par semaine. Ces calculs reposent sur les données disponibles concernant les concentrations et la consommation alimentaire prises dans les régimes alimentaires régionaux de GEMS/Aliments et correspondent à environ 40-60% de la DHTP actuelle de 7 µg/kg de poids corporel par semaine. En ce qui concerne les sources alimentaires majeures de cadmium, les aliments suivants ont contribué pour 10% ou plus à la dose hebdomadaire tolérable provisoire (PTWI) dans au moins une des GEMS/régions alimentaires : le riz, le blé, les racines et tubercules amyliacés, les mollusques. Les légumes (à l'exception des légumes feuilles) contribuent pour >5% à la dose hebdomadaire tolérable provisoire dans deux régions.

Métaux

Cadmium

À sa trente-sixième session, le CCFAC (2004) a décidé de suspendre les travaux d'élaboration de limites maximales pour le cadmium dans les fruits, la viande des bovins, des porcins, des ovins et de volaille; la viande de cheval; les herbes aromatiques, fraîches; les champignons (comestibles); le céleri rave; le soja (sec); et les arachides vu qu'il n'est pas nécessaire d'établir une limite pour ces aliments qui ne contribuent pas de façon significative à l'ingestion de cadmium (ALINORM 04/27/12, para.176)

À sa soixante-quatrième session, le JECFA (2005) a mené une évaluation d'ingestion et d'impact à la requête du CCFAC lors de sa trente-sixième session pour les sept groupes de produits alimentaires : le riz, le blé, les pommes de terre, les légumes tiges et les légumes racines, les légumes feuilles, les autres légumes et les mollusques en prenant en compte les différentes limites maximales. Le JECFA a conclu que l'effet des différentes limites maximales sur l'ingestion de cadmium serait minime.

Le cadmium est un élément relativement rare, émis dans l'air, la terre et l'eau par l'activité humaine. D'une façon générale, les deux sources principales de contamination au cadmium sont la production et l'utilisation de cadmium et l'élimination des déchets contenant du cadmium. L'augmentation de la teneur en cadmium dans le sol entraîne une augmentation de l'ingestion de cadmium par les plantes; la voie de l'exposition humaine à partir des cultures agricoles est donc liée à l'augmentation du cadmium contenu dans le sol. L'ingestion de cadmium par les plantes dans le sol est plus élevée quand le pH du sol est bas. Les organismes alimentaires libres comestibles comme les coquillages, les crustacés, et les champignons sont des accumulateurs naturels de cadmium. De même que chez les humains, il y a des quantités accrues de cadmium dans le foie et les reins des chevaux et de quelques autres animaux féroces terrestres. Une consommation régulière de ces produits contribue à augmenter l'exposition. Le tabac est une source importante d'ingestion de cadmium chez les fumeurs. (Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1992)

Les données recueillies auprès des animaux de laboratoire et des humains montrent que l'ingestion pulmonaire est plus élevée que l'ingestion gastro-intestinale. L'ingestion gastro-intestinale de cadmium dépend du type de régime alimentaire et de l'état nutritionnel. Le cadmium absorbé par les poumons ou par le tractus gastro-intestinal s'accumule principalement dans le foie et dans les reins. Bien que le cadmium s'accumule dans le placenta, le transfert au fœtus est faible. L'excrétion est généralement lente, et la demi-vie biologique est très longue (décennies). L'alliance du cadmium intercellulaire à la métallothionéine des tissus protège contre la toxicité du cadmium. L'excrétion est généralement produite par voie urinaire. (Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1992). Le rein est considéré comme l'organe cible critique dans l'ensemble de la population ainsi que dans les populations exposées professionnellement. L'accumulation de cadmium dans le rein conduit à un dysfonctionnement rénal. La maladie respiratoire obstructive chronique est associée à l'exposition professionnelle élevée à long terme par inhalation. (Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1992).

Le rein est considéré comme l'organe cible critique dans l'ensemble de la population ainsi que dans les populations exposées professionnellement. L'accumulation de cadmium dans le rein conduit à un dysfonctionnement rénal. La maladie respiratoire obstructive chronique est associée à l'exposition professionnelle élevée à long terme par inhalation. (Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1992).

). L'IARC a classifié le cadmium et les composés du cadmium dans le groupe 1 des cancérogènes humains (1993).

Métaux**Plomb**

Référence au JECFA:	10 (1966), 16 (1972), 22 (1978), 30 (1986), 41 (1993), 53 (1999)
Indication toxicologique:	DHTP: 0,025 mg/kg de poids corporel (1986, maintenue en 1993 & 1999)
Définition du résidu:	Plomb, total
Synonymes:	Pb
Codes d'usage correspondants:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des denrées alimentaires par le plomb (CAC/RCP 56-2004) Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/Produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence année d'adoption	ou Réf au CC	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius	à l'intention du CCFAC	Notes à l'intention du CCFAC
FT 0026	Fruits (sub)tropicaux, pelure comestible	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC			
FI 0030	Fruits (sub)tropicaux, pelure non comestible	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC			
FB 0018	Baies et autres petits fruits	0,2	LM	Adoptée	2001	FAC			
FC 0001	Agrumes	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC			
FP 0009	Fruits à pépins	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC			
FS 0012	Fruits à noyaux	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC			
VB 0040	Légumes brassica	0,3	LM	Adoptée	2001	FAC	Chou frisé excepté		
VA 0035	Légumes bulbes	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC			
VC 0045	Légumes fruits, cucurbitacées	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC			
VO 0050	Légumes fruits, autres que les cucurbitacées	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC	Champignons exceptés		
VL 0053	Légumes feuilles	0,3	LM	Adoptée	2001	FAC	Légumes brassica feuilles compris, épinards non compris.		
VP 0060	Légumineuses	0,2	LM	Adoptée	2001	FAC			
VD 0070	Légumes secs	0,2	LM	Adoptée	2001	FAC			
VR 0075	Légumes racines et tubercules	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC	Pommes de terre pelées comprises		
	Cocktail de fruits en conserve	1	LM	Adoptée	CS 78-1981	PFV			
	Pamplemousses en conserve	1	LM	Adoptée	CS 15-1981	PFV			
	Mandarines en conserve	1	LM	Adoptée	CS 68-1981	PFV			
	Mangues en conserve	1	LM	Adoptée	CS 159-1987	PFV			
	Ananas en conserve	1	LM	Adoptée	CS 42-1981	PFV			
	Framboises en conserve	1	LM	Adoptée	CS 60-1981	PFV			
	Fraises en conserve	1	LM	Adoptée	CS 62-1981	PFV			
	Macédoine de fruits tropicaux	1	LM	Adoptée	CS 99-1981	PFV			

Métaux**Plomb**

Code	Denrée/Produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence année d'adoption	ou Réf au CC	Remarques/observations à l'intention du Notes à l'intention du CCFAC
	en conserve						
	Confitures de fruits et gelées	1	LM	Adoptée	CS 79-1981	PFV	
	Chutney de mangue	1	LM	Adoptée	CS 160-1987	PFV	
	Olives de table	1	LM	Adoptée	CS 66-1981	PFV	
	Asperges en conserve	1	LM	Adoptée	CS 56-1981	PFV	
	Carottes en conserve	1	LM	Adoptée	CS 116-1981	PFV	
	Haricots verts et haricots beurre en conserve	1	LM	Adoptée	CS 16-1981	PFV	
	Petits pois en conserve	1	LM	Adoptée	CS 58-1981	PFV	
	Petits pois secs trempés en conserve	1	LM	Adoptée	CS 81-1981	PFV	
	Champignons en conserve	1	LM	Adoptée	CS 55-1981	PFV	
	Cœurs de palmier en conserve	1	LM	Adoptée	CS 144-1985	PFV	
	Maïs doux en conserve	1	LM	Adoptée	CS 18-1981	PFV	
	Tomates en conserve	1	LM	Adoptée	CS 13-1981	PFV	
	Concombres (cornichons) marinés	1	LM	Adoptée	CS 115-1981	PFV	
	Concentrés de tomates traités	1,5	LM	Adoptée	CS 57-1981	PFV	
JF 0175	Jus de fruits	0,05	LM	Adoptée		FAC	Nectars compris; prêts à consommer
GC 0081	Céréales, à l'exception du Sarrazin, du chénopode et du quinoa	0,2	LM	Adoptée	2001	FAC	
	Châtaignes et purée de châtaignes en conserve	1	LM	Adoptée	CS 145-1985	PFV	
MM 0097	Viande de bovins, porcins et ovins	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC	S'applique aussi à la graisse de viande
PM 0110	Viande de volaille	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC	
MO 0812	Bovins, abats comestibles	0,5	LM	Adoptée	2001	FAC	
MO 0818	Porcins, abats comestibles	0,5	LM	Adoptée	2001	FAC	
PO 0111	Volaille, abats comestibles	0,5	LM	Adoptée	2001	FAC	
	Poisson	0,2	LM	Adoptée	2006	FAC	
	Graisses et huiles comestibles	0,1	LM	Adoptée	CS 19-1981	FO	Graisse et huiles qui ne relèvent pas d'une norme 1) individuelle
	Matières grasses tartinables	0,1	LM	7		FO 96- 05	
	Margarine	0,1	LM	Adoptée	CS 32-1981	FO	2)

Métaux**Plomb**

Code	Denrée/Produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence année d'adoption	ou Réf au CC	Remarques/observations à l'intention Codex Alimentarius	à l'intention du Notes à l'intention du CCFAC
	Minarine	0,1	LM	Adoptée	CS 135-1981	FO		2)
	Graisses animales portant un nom spécifique	0,1	LM	Adoptée	CS 211-1999	FO	Lard, graisse de porc fondue, premier jus et suif) comestible	
OR 0305	Huile d'olive, raffinée	0,1	LM	Adoptée	CS 33-1981	FO		
OC 0305	Huile d'olive, vierge	0,1	LM	Adoptée	CS 33-1981	FO		
OR 5330	Huile d'olive, de grignon	0,1	LM	Adoptée	CS 33-1981	FO	Huile de grignons	
PF 0111	Graisses de volaille	0,1	LM	Adoptée	2001	FAC		
OC 0172	Huiles végétales, brutes	0,1	LM	Adoptée	CS 210-1999, 2001	FO, FAC	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine.	
OR 0172	Huiles végétales, comestibles	0,1	LM	Adoptée	CS 210-1999, 2001	FO, FAC	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine.	
LM 0106	Laits	0,02	LM	Adoptée	2001	FAC	Un facteur de concentration s'applique aux laits partiellement ou entièrement déshydratés	La note de bas de page précédente « Pour les produits laitiers, il est nécessaire d'appliquer le facteur de concentration approprié » a été changée par le CCFAC, à sa trente-cinquième session. 3)
LS	Produits laitiers secondaires	0,02	LM	Adoptée	2001	FAC 00-03	Tels consommés	
	Eaux minérales naturelles	0,01	LM	Adoptée	CS 108-1981	NMW	Exprimée en mg/l	
	Aliments pour nourrissons	0,02	LM	Adoptée	2001	FAC	Prêts à utiliser	Le CCNFSDU révisé à l'étape 6 la norme Codex pour les aliments pour nourrissons qui comprend une limite maximale pour le plomb au même niveau
	Sel de qualité alimentaire	2	LM	Adoptée	CS 150-1985	NFSDU		
	Vin	0,2	LM	Adoptée	2001	FAC		L'OIV a demandé un examen spécial des teneurs en plomb dans les vins qui ont été stockés sur une longue durée (ALINORM 01/41.para 123).

Métaux

Plomb

Les normes pour les graisses et les huiles révisées contiennent le texte suivant sur la concentration maximale du contaminant mentionné : Les produits qui relèvent des dispositions de cette norme devront se conformer à la limite maximale en cours d'élaboration par la Commission, mais dans l'intérim, les limites suivantes seront appliquées. La norme Codex pour les graisses et les huiles ne relevant pas d'une norme individuelle contient les mêmes dispositions relatives au contaminant que les autres normes pour les graisses et les huiles récentes (ne s'applique qu'au plomb et à l'arsenic).

2) Les normes pour la margarine et la minarine contiennent les limites maximales pour le fer, le cuivre, le plomb et l'arsenic, mais le Comité du Codex pour les graisses et les huiles prépare un projet de norme pour les émulsions grasses laitières et les matières grasses tartinables, qui contiendront le même texte que les normes pour les huiles et les graisses récemment révisées et ne s'appliquera qu'au plomb et à l'arsenic.

3) LE 32^{ème} CAC (2001) a demandé la réévaluation des limites maximales pour le plomb dans le lait et dans les matières grasses du lait (ALINORM 01/41, para voir aussi ALINORM 03/12 para 135-137. À sa trente-cinquième session, le CCFAC (2004) s'est penché sur la question concernant la nécessité de fixer une limite maximale pour le lait, car le lait ne contribue pas de façon significative à l'ingestion de plomb. Par ailleurs, suite aux avis selon lesquels le lait contribue considérablement à l'exposition des nourrissons et des jeunes enfants, la limite maximale pour le lait a été maintenue. Le Comité a décidé d'informer le CAC que la limite en vigueur pour le plomb dans les matières grasses du lait (0,1 mg/kg) devrait être révoquée (pourtant, aucune documentation concernant cette décision ne se trouve dans le rapport du CAC de 2003).

L'exposition au plomb peut provenir de nombreuses sources mais en général découle d'un emploi industriel. Le plomb et ses composés peuvent pénétrer dans l'environnement durant l'exploitation minière, la fusion, la transformation, l'emploi, le recyclage ou l'élimination. Les principaux emplois du plomb sont dans les piles, les câbles, les pigments, la plomberie, l'essence, la soudure et les produits en acier, conditionnement de l'aliment, les objets en verre, les produits en céramique et les pesticides. L'exposition principale de la population adulte non fumeur provient de l'alimentation et de l'eau. La teneur de l'air en plomb peut contribuer de façon significative à l'exposition, dépendant de l'emploi de facteurs tels que l'emploi du tabac, l'occupation, et la proximité à des sources telles que les autoroutes et les fours à fusion à plomb. L'alimentation, l'air, l'eau et la poussière ou le sol sont les sources potentielles principales d'exposition des nourrissons et des jeunes enfants (OMS Food Additives Séries 44, 2000 avec une référence aux Critères d'hygiène de l'environnement pour le plomb inorganique, Programme International sur la sécurité des substances chimiques (IPCS), 1995).

Le taux d'absorption du plomb après ingestion peut varier de 3% à 80%. Il est fortement influencé par l'ingestion alimentaire, des taux beaucoup plus élevés d'absorption apparaissant après le jeûne que lorsque le plomb est ingéré avec un repas. L'absorption est aussi affectée par l'âge, les taux d'absorption typiques chez les adultes et les nourrissons étant respectivement de 10% et 50%. Jusqu'à 50% du plomb composé inhalé peut être absorbé. Après son absorption et sa répartition dans le sang, le plomb est initialement réparti dans les tissus mous à travers le corps. Eventuellement, l'os accumule le plomb sur la durée de la vie humaine et peut servir de source endogène du plomb. La demi-vie pour le plomb dans le sang et les autres tissus mous est d'environ 28 à 36 jours, mais cela est beaucoup plus long dans les différents compartiments osseux. Le pourcentage de rétention du plomb dans niches du corps est plus élevé chez les enfants que chez les adultes. Le plomb inorganique n'est pas métabolisé. Le plomb qui n'est pas distribué est généralement rejeté par le biais du rein. (OMS Food Additives Séries 44, 2000 avec une référence aux critères d'hygiène de l'environnement pour le plomb inorganique; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS), 1995)

Le plomb est un poison classique chronique ou cumulatif. Chez les humains, le plomb peut résulter en une large gamme d'effets biologiques en fonction de la limite et de la durée de l'exposition. Les effets sur la santé ne sont généralement pas observés après une exposition unique. Beaucoup des effets observés chez les animaux de laboratoire ont également été observés chez les humains les effets hématologiques, les effets neurologiques ainsi que comportementaux, les effets rénaux, les effets cardiovasculaires ainsi que les effets sur le système de reproduction. En outre le plomb a montré avoir des effets sur les os ainsi que le système immunitaire chez les animaux de laboratoire. Les enfants sont plus vulnérables aux effets du plomb que les adultes. Le plomb a montré être associé avec une déficience de fonctionnement neurocomportementale chez les enfants. Une déficience du développement neurocomportemental a été considérée comme constituant l'effet le plus critique. (Food Additives Séries 44, 2000 avec une référence aux critères d'hygiène de l'environnement pour le plomb inorganique, Programme International sur la sécurité des substances chimiques (IPCS), 1995).

Les composés du plomb inorganique sont classifiés par le IARC comme étant probablement cancérigène pour les humains (Groupe 2A; Vol. 87, 2006)

Métaux**Mercure**

Référence to JECFA:	10 (1966), 14 (1970), 16 (1972), 22 (1978)
Indication toxicologique:	DHTP: 0,005 mg/kg de poids corporel (1978)
Définition du résidu:	Mercure, Total
Synonymes:	Hg
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Etape	Référence ou Année d'adoption	Réf au CC	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Eaux minérales naturelles	0.001	LM	Adoptée	CS 108-1981	NMW	Exprimée en mg/l	
	Sel de qualité alimentaire	0.1	LM	Adoptée	CS 150-1985	NFSDU		

Aucun document de synthèse du CCFAC n'était disponible sur le mercure.

Le mercure est un élément métallique d'origine naturelle, dont la présence dans les denrées alimentaires est due à des causes naturelles; des concentrations élevées peuvent aussi provenir, par exemple, de la contamination environnementale industrielle ou d'autres utilisations du mercure. Les concentrations de méthylmercure et aussi de mercure total dans les animaux terrestres et dans les végétaux sont généralement très faibles; l'utilisation de produits à base de poisson pour nourrir les animaux peut cependant contribuer à augmenter les concentrations de méthylmercure dans les autres produits d'origine animale.

Métaux**Méthylmercure**

Référence au JECFA:	22 (1978), 33 (1988), 53 (1999), 61 (2003)
Indication toxicologique:	DHTP: 0,0016 mg/kg poids corporel (2003; confirmé en 2006)
Définition du résidu:	Méthylmercure
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée alimentaire/produit	Limite (mg/kg)	Type	Etape	Référence ou année d'adoption	Réf au CC	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Poisson	0.5	GL	Adoptée	1991	FAC, FFP	Poissons prédateurs exceptés Les limites indicatives concernent le méthylmercure présent dans le poisson frais ou transformé et dans les produits à base de poisson faisant l'objet d'un commerce international.a)	
	Poisson prédateur	1	GL	Adoptée	1991	FAC, FFP	Poissons prédateurs comme le requin (WS 0131), l'espadon, le thon (WS 0132), le brochet (WF 0865) et autres. Destiné au méthylmercure présent dans le poisson frais ou transformé et dans les produits à base de poisson faisant l'objet d'un commerce international.a)	1)

- 1) Les limites indicatives pour le méthylmercure dans le poisson ont été adoptées par la 19^{ème} CCA en 1991 (ALINORM 91/40, para. 202), étant entendu que les limites seraient examinées par le CCFAC ainsi que par le CCFFP, notamment concernant l'identification des espèces de prédateurs pour lesquelles une limite indicative supérieure est appliquée.

A sa cinquante-troisième session, le JECFA (1999) a calculé que l'exposition humaine au méthylmercure dans les régimes alimentaires régionaux varie de 0,3 -1,5 ug/kg de poids corporel par semaine. Les expositions alimentaires signalées à l'échelle nationale sont de 0,1 à 2,0 ug/kg de poids corporel par semaine. À sa cinquante-troisième session, le JECFA a maintenu les DHTP de 3.3 ug pc pour le méthylmercure fixé dans les réunions précédentes et a recommandé que le méthylmercure soit réévalué en 2002 quand l'information nouvelle sur la cohorte dans une des études sera examinée et que toute autre donnée nouvelle pertinente sera disponible. Le JECFA a aussi recommandé d'apprécier les bénéfices nutritionnels liés à la consommation de poisson par rapport aux risques possibles lors de l'établissement des limites relatives aux concentrations de méthylmercure ou à la consommation de poisson.

Métaux**Méthylmercure**

Lors de sa soixante-septième session le JECFA a confirmé la dose hebdomadaire tolérable provisoire (PTWI) de 1.6 µg/kg pc, établie en 2003, fondée sur la limite toxicologique la plus sensible (neurotoxicité développementale) dans les espèces humaines les plus susceptibles.). Toutefois le Comité a noté que les étapes de la vie autres que celles de l'état d'embryon et de fœtus peuvent être moins sensibles aux effets néfastes du méthylmercure. Le Comité a considéré que les doses étant jusqu'à environ deux fois plus élevées que la dose hebdomadaire tolérable provisoire (PTWI) ne poserait aucun risque de neurotoxicité chez les adultes, à l'exception pour les femmes qui ont l'âge de porter des enfants et cela afin de protéger l'embryon et le fœtus. En ce qui concerne les nourrissons et les enfants jusqu'à l'âge de 17 ans aucune conclusion définitive n'a été prise; il est clair qu'ils sont plus sensibles que l'embryon ou le fœtus, mais ils peuvent être plus sensibles que les adultes parce qu'un développement significatif du cerveau continue dans la petite enfance et l'enfance. Par conséquent, aucune limite de dose plus élevée que la dose hebdomadaire tolérable provisoire (PTWI) ne pouvait être identifiée pour les nourrissons et les enfants.

Lors de sa soixante-septième réunion le JECFA a recommandé que:

- Les bénéfices connus de la consommation de poisson doivent être pris en considération dans tout conseil destiné à différentes populations, vu que le poisson a une contribution importante à la nutrition, en particulier dans certains régimes régionaux et ethniques. Les responsables de risques peuvent souhaiter d'examiner si des conseils particuliers devraient être octroyés à propos des enfants et des adultes après avoir pesé les risques potentiels ainsi que les bénéfices.
- La détermination de limites indicatives pour le méthylmercure dans le poisson ne constitue peut être pas un moyen effectif de réduire l'exposition pour la population générale, toutefois les conseils octroyés aux sous-groupes de la population qui encourent un risqué peut fournir une méthode efficace pour la diminution du nombre d'individus avec des expositions plus importantes que la dose hebdomadaire tolérable provisoire (PTWI).

Le 24^{ème} CCFAC (1992) a informé le CAC et le Comité sur le poisson et les produits de la pêche (CCPPP) que les limites indicatives recommandées pour le mercure dans le poisson faisaient référence au mercure total et non au méthylmercure. À sa vingtième session (1993), la CAC a décidé de maintenir les limites indicatives pour le méthylmercure dans le poisson telles qu'elles avaient été préalablement adoptées, tout en recommandant d'établir des limites indicatives correspondantes pour le mercure total dans le poisson, pour examen par le CCFAC à sa prochaine session. À sa vingt-sixième session (1994), le CCFAC a observé que l'analyse du mercure total suffisait généralement à assurer que les limites indicatives pour le méthylmercure ne soient pas dépassées et a décidé que l'établissement de limites indicatives pour le mercure total dans le poisson n'était pas nécessaire. À sa vingt-neuvième session, le CCFAC a observé qu'à sa quarante-troisième session, le CXEXEC (1996) avait recommandé que le CCFAC entreprenne une nouvelle analyse des risques liés au méthylmercure. Il a été décidé de reporter toute décision sur la question des limites indicatives pour le méthylmercure ou le mercure total jusqu'à ce que le JECFA procède à une évaluation des risques. Lors de sa trente-deuxième session (2000) le CCFAC a pris note de ces recommandations effectuées par le cinquante-troisième JECFA.

-À sa trente-septième session, le CCFAC est convenu que la révision des limites indicatives exige un examen plus approfondi par le CCFAC afin de tenir compte de tous les facteurs liés à la consommation du poisson, en particulier les risques et les bénéfices. Dans l'intérim, les limites indicatives existantes seront maintenues, étant entendu que leur application pouvait être effectuée en déterminant le mercure total comme méthode de dépistage (pour faciliter le contrôle et le suivi). Le méthylmercure a besoin d'être uniquement déterminé à des fins de vérification (ALINORM 05/28/12, para. 202).

Lors de sa trente-huitième session, le CCFAC est convenu: de renvoyer une demande au CAC pour une consultation d'experts du FAO/OMS sur les risques de la santé associés au méthylmercure et aux dioxines ainsi que les PCB de type dioxine dans le poisson et les bénéfices pour la santé de la consommation de poisson; de reporter l'examen sur le besoin de réviser les limites indicatives pour le méthylmercure dans le poisson dans l'attente des résultats de la consultation FAO/OMS d'experts requise et de maintenir les directives actuelles du Codex relatives aux limites; ne pas commencer à compiler des données sur le taux de méthylmercure au mercure total dans les différentes espèces de poisson; et de reporter la discussion sur les aspects des risques de la communication du méthylmercure dans le poisson (ALINORM 06/29/12, paras 191-194).

Le méthylmercure est la forme de mercure la plus toxique, qui se forme en milieu aquatique. Par conséquent, le méthylmercure est surtout présent dans les organismes aquatiques. Il peut s'accumuler dans la chaîne alimentaire; les concentrations dans les espèces de grands poissons prédateurs sont par conséquent supérieures à celles des autres espèces, et le poisson est la source principale de l'exposition humaine au méthylmercure. Les concentrations de méthylmercure et aussi de mercure total dans les animaux terrestres et dans les

Métaux

Méthylmercure

végétaux sont généralement très faibles; l'utilisation de produits à base de poisson pour nourrir les animaux peut cependant contribuer à augmenter les concentrations de méthylmercure dans les autres produits d'origine animale.

Dans toutes les espèces expérimentales évaluées, le méthylmercure a déjà été absorbé (jusqu'à 95%) après l'exposition orale. Le méthylmercure croise à la fois la barrière hémato-encéphalique ainsi que le placenta effectivement, résultant en de hautes concentrations de mercure dans le cerveau du fœtus que celui de la mère. Le méthylmercure est éliminé principalement à travers la bile et les déjections, Les animaux néonataux ayant une capacité d'excrétion plus basse que celle des adultes. Le méthylmercure est toxique pour le système nerveux, le rein, le foie ainsi que les organes de reproduction, la neurotoxicité constituant le point final le plus sensible (OMS Additifs Alimentaires, Série 52; 2004).

1) Les lots seront considérés comme étant conformes aux limites indicatives si la teneur en méthylmercure dans l'échantillon d'analyse, pris dans l'échantillon composite, ne dépasse pas les limites ci-dessus. Si les limites indicatives sont dépassées, les gouvernements doivent décider si, et dans quelles circonstances, les denrées peuvent être distribuées sur le territoire relevant de leur juridiction et quelles recommandations, le cas échéant, doivent être formulées quant aux restrictions sur la consommation, notamment par les groupes vulnérables comme les femmes enceintes.

Métaux**Etain**

Référence au JECFA:	10 (1966), 14 (1970), 15 (1971), 19 (1975), 22 (1978), 26(1982), 33(1988), 55 (2000), 64 (2005)
Indication toxicologique:	DHTP: 14 mg/kg de poids corporel (1988, Exprimée pour Sn; comprend l'étain utilisés dans les additifs alimentaires; maintenue en 2000.)
Définition du résidu:	Étain, total (Sn total) sauf indication contraire; étain inorganique (Sn inorganique); ou autre spécification
Synonymes:	Sn,
Codes d'usage correspondants:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments en conserve par l'étain inorganique (CAC/RCP 60-2005) Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/Produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence année d'adoption	ou Réf au CC	Remarques et observations à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Cocktail de fruits en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 78-1981	PFV	
	Pamplemousses en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 15-1981	PFV	
	Mandarines en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 68-1981	PFV	
	Mangues en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 159-1987	PFV	
	Ananas en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 42-1981	PFV	
	Framboises en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 60-1981	PFV	
	Fraises en conserve	200	C	LM	Adoptée	CS 62-1981	PFV	
	Macédoine de fruits tropicaux en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 99-1981	PFV	
	Confitures de fruits et gelées	250	C	LM	Adoptée	CS 79-1981	PFV	
	Chutney de mangue	250	C	LM	Adoptée	CS 160-1987	PFV	
	Olives de table	250	C	LM	Adoptée	CS 66-1981	PFV	
	Asperges en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 56-1981	PFV	
	Carottes en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 116-1981	PFV	
	Haricots verts et haricots au beurre en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 16-1981	PFV	
	Petits pois en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 58-1981	PFV	
	Petits pois secs trempés en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 81-1981	PFV	
	Champignons en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 55-1981	PFV	
	Cœurs de palmier en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 144-1985	PFV	
	Maïs doux en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 18-1981	PFV	
	Tomates en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 13-1981	PFV	

Métaux**Etain**

Code	Denrée/Produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence année d'adoption	ou Réf au CC	Remarques et observations à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Concombres marinés (cornichons)	250	C	LM	Adoptée	CS 115-1981	PFV	
	Concentrés de tomates traités	250	C	LM	Adoptée	CS 57-1981	PFV	
	Boissons en boîtes	150	C	LM	4		FAC 99-05	Modifiée à partir de 200 mg/kg en 2005.
	Châtaignes et purée de châtaignes en conserve	250	C	LM	Adoptée	CS 145-1985	PFV	
	« Chopped meat » cuite fumée	ou 200	C	LM	Adoptée	CS 98-1981	PMPP	Pour les produits en contenants en fer blanc
	« Chopped meat » cuite fumée	ou 50		LM	Adoptée	CS 98-1981	PMPP	Pour les produits dans des contenants autres
	Jambon cuit ou fumé	50		LM	Adoptée	CS 96-1981	PMPP	Pour les produits dans des contenants autres
	Jambon cuit ou fumé	200	C	LM	Adoptée	CS 96-1981	PMPP	Pour les produits en contenants en fer blanc
	Épaule de porc cuite fumée	ou 50		LM	Adoptée	CS 97-1981	PMPP	Pour les produits dans des contenants autres
	Épaule de porc cuite fumée	ou 200	C	LM	Adoptée	CS 97-1981	PMPP	Pour les produits en contenants en fer blanc
	« Corned beef »	50		LM	Adoptée	CS 88-1981	PMPP	Pour les produits dans des contenants autres
	« Corned beef »	200	C	LM	Adoptée	CS 88-1981	PMPP	Pour les produits en contenants en fer blanc
	« Luncheon meat »	200	C	LM	Adoptée	CS 89-1981	PMPP	Pour les produits en contenants en fer blanc
	« Luncheon meat »	50		LM	Adoptée	CS 89-1981	PMPP	Pour les produits dans des contenants autres
	Aliments en conserve autres que les boissons	250	C	LM	6		FAC 99-06	2)

Dans les réunions précédentes du JECFA, il a été observé que les composés d'étain inorganique ont généralement une faible toxicité systémique chez les animaux, en raison de l'absorption limitée dans le tractus gastro-intestinal, de l'accumulation minimale dans les tissus, et du passage rapide dans le tractus gastro-intestinal. Les composés d'étain insoluble sont moins toxiques que les sels d'étain solubles.

À sa trente-troisième session, le JECFA (1998) a fixé la DHTP pour l'étain inorganique à 14 mg/kg de poids corporel.

À sa cinquante-cinquième session, le JECFA (2000) a conclu que la toxicité aiguë de l'étain inorganique chez les animaux et les humains est liée à l'irritation du tractus de la muqueuse gastro-intestinale, qui peut entraîner des vomissements, la diarrhée, l'anorexie, la dépression, l'ataxie, et l'atonie musculaire. Les données n'étaient pas suffisantes pour établir un dosage aigu de référence (ARfD) pour l'étain inorganique. Le JECFA n'a pas examiné les études sur les composés d'étain organique, étant donné qu'il avait conclu à sa vingt-deuxième session que ces composés étaient considérablement différents des composés d'étain inorganique en matière de toxicité et qu'ils devraient être examinés séparément.

Métaux

Etain

À sa cinquante-cinquième session (2000), le JECFA a maintenu la DHTP en vigueur et a réitéré que des données en nombre limité pour les humains indiquent que des concentrations aussi faibles que 150mg/kg pour les boissons en boîtes et 250 mg/kg pour les autres aliments en conserve peuvent produire des manifestations aiguës d'irritation gastrique chez certains individus. Il s'agit cependant d'un effet réversible qui ne se produit que chez un nombre limité de sujets.

A la suite des discussions lors du 34ème CCFAC (2002) et dans le 35ème CCFAC (2003) (ALINORM 03/12, para.146 et ALINORM 03/12A, para.160), les limites maximales proposées ont été à maintes reprises renvoyées à l'étape 3. À sa trente-cinquième session, le CCFAC a changé la terminologie des denrées pour lesquelles s'applique l'avant-projet de limite maximale, de « aliments liquides par opposition à solides en boîtes » pour « boissons en boîtes » et « aliments en boîtes autres que les boissons ». Le Comité a décidé de demander au JECFA d'évaluer les concentrations actuelles d'étain dans les aliments en boîtes et de déterminer un dosage aigu de référence; il a été observé que de nouvelles données seraient prochainement disponibles. Lors de sa 36ème session le CCFAC (2004) a décidé de maintenir les limites maximales proposées et de reconsidérer ces limites maximales à la lumière de la réévaluation du 64ème JECFA (ALINORM 04/27/12, para.171).

À sa soixante-quatrième session, le JECFA (2005) a conclu que sur la base des données disponibles, il n'était pas approprié d'établir un dosage aigu de référence pour l'étain inorganique parce que l'irritation du tractus gastro-intestinal due à l'ingestion d'aliments contenant de l'étain dépend de la concentration et de la nature de l'étain dans le produit, et non de la dose ingérée par rapport au poids corporel.

Lors de sa 37^{ème} session le CCFAC (2005) est convenu de distribuer les limites maximales proposées pour commentaires à l'étape 3 (ALINORM 05/28/12, para.163). Lors de sa 38^{ème} session le CCFAC (2006) a renvoyé l'avant-projet de limites maximales à l'étape 5 (ALINORM 06/29/12 para.183). À sa vingt-neuvième, la CAC a adopté l'avant-projet de limite maximale et l'a avancée à l'étape 6 (ALINORM 06/29/41 para.106).

L'étain est principalement utilisé dans la fabrication des contenants en fer blanc, mais il est aussi utilisé à grande échelle dans les soudures, dans les alliages y compris les amalgames dentaires. Les composés d'étain inorganique, dans lesquels l'élément peut être présent à l'état d'oxydation +2 or +4, sont utilisés dans une variété de processus industriels pour le renforcement du verre, comme base pour les couleurs, comme catalyseurs, comme stabilisateurs dans les parfums et les savons, comme agents anti carieux dentaires. D'une façon générale, la contamination de l'environnement par l'étain n'est que minime. Les aliments sont la principale source d'étain pour l'homme. On le trouve en petites quantités dans la viande fraîche, les céréales, et les légumes. Des quantités d'étain plus importantes sont détectées dans les aliments entreposés dans des contenants ordinaires, et parfois, dans les aliments entreposés dans des contenants laqués. Certaines denrées comme les asperges, les tomates, les fruits, et leur jus tendent à contenir des concentrations élevées d'étain quand elles sont entreposées dans des contenants non vernis (Critères d'hygiène de l'environnement pour l'étain; Programme international pour la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1980). L'étain inorganique est présent dans les aliments à l'état d'oxydation +2 et +4; il peut se produire sous forme cationique (composés stanneux et stanniques) ou comme anions inorganiques (stannites ou stannates).

Mycotoxines**Aflatoxines, totales**

Référence au JECFA: 31 (1987), 46 (1996), 49 (1997)

Indication toxicologique: Estimations de la capacité cancérigène des aflatoxines B, G, M (1997, la dose ingérée devrait être réduite à des niveaux aussi bas que possible.)

Définition du résidu: Aflatoxines, totales (B1 +B2 + G1 + G2)

Synonymes: Abréviations, AFB, AFG, suivis d'un numéro pour désigner les composés spécifiques

Codes d'usage correspondants: Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des arachides par les aflatoxines (CAC/RCP 55-2004)
Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des fruits à coque par les aflatoxines (CAC/RCP 59-2005)

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius	Remarques pour le CCFAC
TN 0660	Amandes	15	LM	7		FAC 03-06	Pour traitement ultérieur	
TN 0660	Amandes	8	LM	6		FAC 03-06	Prêtes à consommer	
TN 0666	Noisettes	15	LM	7		FAC 03-06	Pour traitement ultérieur	
TN 0666	Noisettes	8	LM	6		FAC 03-06	Prêtes à consommer	
SO 0697	Arachides	15	LM	Adoptée	1999	FAC	S'applique aux arachides destinées à un traitement ultérieur. Pour le plan d'échantillonnage, voir tableau I.	
TN 0675	Pistaches	15	LM	7		FAC 03-06	Pour traitement ultérieur	
TN 0675	Pistaches	8	LM	6		FAC 03-06	Prêtes à consommer	

1) En 1994, le Comité sur les céréales, les légumes secs et les légumineuses (CCCPL) a décidé de ne pas poursuivre ses travaux sur la limite indicative proposée pour les arachides traitées et d'avancer la limite indicative proposée pour les arachides brutes (destinées à la transformation), en l'associant à un plan d'échantillonnage spécifique en raison du manque d'homogénéité de la contamination dans un lot. Il est supposé que les arachides brutes sont la principale denrée du commerce international.

À sa vingt-troisième session (1991), le Comité a décidé de suspendre l'élaboration d'une limite maximale pour les aflatoxines dans les aliments d'une façon générale, et d'examiner le problème denrée par denrée.

Il est reconnu que la contamination par les aflatoxines dans les produits végétaux primaires manque souvent d'homogénéité et qu'un plan d'échantillonnage est nécessaire pour assurer l'application raisonnable des limites maximales. Un document de synthèse générale sur les aflatoxines présentes dans les aliments de consommation humaine et animale (CX/FAC 97/16) a été présenté à la session du Comité en 1997).

- Le maïs a été inclus dans la consultation technique sur les plans d'échantillonnage des aflatoxines dans les denrées. Voir le document 55 de la série Alimentation et Nutrition de la FAO, (Rome, 1993).

- À sa vingt-sixième session (1994), le Comité a décidé de suspendre l'établissement des limites indicatives pour l'AFB1 contenue dans les aliments complémentaires destinés aux animaux producteurs de lait (préalablement) proposées à 5 mcg/kg), compte tenu du fait que la relation entre les aflatoxines présentes dans le lait et dans les aliments pour animaux n'est pas (tout à fait) claire et que le commerce international des produits (composites) d'alimentation complémentaire animale est minime. Le commerce international porte essentiellement sur les denrées individuelles pouvant servir de composantes dans les aliments pour animaux en quantités variables, être utilisées à d'autres fins que l'alimentation des animaux producteurs de lait, ou être destinées à d'autres utilisations d'une façon générale, ou être décontaminées etc. Par conséquent, un code d'usage pour la réduction de l'aflatoxine B1 présente dans les matières premières et les aliments d'alimentation animale complémentaires destinés aux animaux producteurs de lait a été élaboré et adopté sous la référence RCP 045-1997.

Mycotoxines

Aflatoxines, totales

À sa trente-cinquième session (2003), le CCFAC est convenu d'élaborer les limites maximales pour les aflatoxines présentes dans les amandes, les noisettes et les pistaches, sur la base du principe ALARA et étant entendu qu'il faudrait établir les plans d'échantillonnage correspondants (ALINORM 03/12A para.129). À sa trente-septième session (2005), le CCFAC a avancé la limite maximale pour les amandes, les noisettes et les pistaches pendant que le Comité a décidé de distribuer pour observations à l'étape 3 la limite maximale pour les amandes, les noisettes et les pistaches (ALINORM 05/28/12 para.141). À sa trente-huitième session (2006) le CCFAC est convenu de remplacer respectivement "traitées" et "non traitées" par "prêtes à consommer" et "pour traitement ultérieur" et de maintenir à l'étape 7 la limite maximale pour les fruits à coque nécessitant un traitement ultérieur et d'avancer à l'étape 5 la limite maximale pour les fruits à coque prêts à consommer (ALINORM 06/29/12 para.132). À sa vingt-neuvième session (2006), la Commission a adopté la limite maximale pour les fruits à coque prêts à consommer et l'a avancée à l'étape 6.

À sa trente-huitième session, le CCFAC est convenu de demander au JECFA de mener une évaluation de l'exposition alimentaire pour les fruits à coque prêts à consommer et de l'impact de l'exposition basée sur les concentrations hypothétiques de 4, 8, 10 et 15 µg/kg, dans le contexte de l'exposition à d'autres sources et des évaluations d'exposition précédentes du maïs et des arachides. Le Comité a décidé d'élargir le document de travail sur la concentration des aflatoxines dans les fruits à coque prêts à consommer, en tenant compte i) des données détaillées sur la répartition des aflatoxines entre les lots, ii) de l'évaluation des risques sanitaires pour les consommateurs liés aux différentes concentrations d'aflatoxines dans les fruits à coque prêts à consommer, iii) du plan d'échantillonnage pour les fruits à coque, iv) de l'effet du code d'usage et v) de la terminologie « prêts à consommer » et « pour traitement ultérieur » pour examen à la première session du CCCF (ALINORM 06/29/12 para. 129-130).

À sa 38^{ème} session, le CCFAC est convenu d'élaborer plus avant l'avant-projet de plan d'échantillonnage une fois qu'une limite maximale aurait été établie par le Comité et d'inclure les examens du projet d'échantillonnage pour les fruits à coque dans le document de travail sur les limites d'aflatoxines totales dans les fruits à coque transformés (ALINORM 06/29/12 para.125).

À sa vingt-neuvième session, la Commission a adopté l'annexe du Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des fruits à coque par les aflatoxines pour appliquer des mesures supplémentaires aux noix du Brésil.

Les aflatoxines sont un groupe de mycotoxines hautement toxiques produites par les champignons du genre *Aspergillus*. Les quatre principales aflatoxines détectées dans les produits végétaux contaminés sont B1, B2, G1 et G2 et elles constituent un groupe de dérivés de difurano-coumarine de structure apparentée qui se produisent généralement ensemble dans des proportions diverses, AFB1 étant généralement le plus important. Ces composés posent un risque substantiel pour la santé humaine et animale. L'IARC (1992) a classifié l'aflatoxine B1 dans le groupe 1 (cancérogène humain) et l'AFM dans le groupe 2B (cancérogène humain probable). Le foie est le premier organe ciblé.

Une grande variété d'aliments peut être contaminée par les aflatoxines; elles sont souvent détectées dans les arachides, les fruits séchés, les fruits à coque (comme les amandes, les pacanes, les noix, les pistaches et les noix du Brésil), les épices, les figues, les huiles végétales brutes, les fèves de cacao, le maïs, le riz, les graines de coton et le copra. L'AFB1 présente dans les aliments pour animaux peut être partiellement transférée dans le lait sous la forme du métabolite AFM1 (généralement 1-2%, mais des pourcentages plus élevés sont détectés à des niveaux de contamination plus faible chez les animaux à rendement élevé). La contamination par les aflatoxines entraîne des pertes économiques considérables et des efforts sont en cours pour réduire la contamination des denrées destinées à l'alimentation humaine et animale.

Mycotoxines**Aflatoxine M1**

Référence au JECFA:	56 (2001)
Indication toxicologique:	Estimations de la capacité cancérogène à des niveaux spécifiques de résidus (2001, en prenant la pire éventualité comme hypothèse, les risques supplémentaires de cancer du foie prévus suite à l'utilisation des limites maximales proposées de 0,05 et 0,5 µg/kg pour l'aflatoxine M1 sont très faibles. La capacité de l'aflatoxine M1 apparaît si basse chez les porteurs de HbsAg que l'effet cancérogène lié à l'ingestion de M1 chez ceux qui consomment de grandes quantités de lait et de produits laitiers en comparaison avec les non consommateurs de ces produits serait impossible à démontrer. Les porteurs du virus de l'hépatite B pourraient tirer des bénéfices de la réduction de la concentration des aflatoxines dans leur alimentation, et la réduction pourrait aussi offrir une forme de protection chez les porteurs du virus de l'hépatite C)
Définition du résidu:	Aflatoxine M1
Synonymes:	AFM1

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius	Remarques pour le CCFAC
LM 0106	Lait	0,5	LM	Adoptée	CS 232-2001	FAC		1)

1) À sa session de 2007, il conviendrait que le CCCF demande qu'à sa trentième session, la Commission révoque la limite maximale individuelle pour l'aflatoxine M1 dans le lait.

À sa vingt-quatrième session (1993), le CCFAC a décidé d'interrompre ses travaux concernant l'élaboration d'une norme spécifique pour l'AFM1 présente dans le lait destiné à être utilisé dans les aliments pour nourrissons. Le CCFA a aussi examiné 2 options de norme pour l'AFM1 présente dans le lait: 0,05 ug/kg et 0,5 ug/kg. À la demande de la trente-deuxième session du Comité (2000), la cinquante-sixième session du JECFA (2001) a examiné l'exposition à l'AFM1 et a mené une évaluation quantitative du risque afin de comparer les conséquences de l'établissement d'une limite maximale dans le lait à 0,05 ug/kg et à 0,5 ug/kg. Les estimations de la capacité de l'aflatoxine M1 ont été combinées avec les estimations de l'ingestion prise dans le régime alimentaire régional européen de GEMS/Aliments. Le JECFA a observé que d'après les calculs, dans l'hypothèse de la pire éventualité, les risques prévus de cancer du foie aux limites maximales proposées de 0,05 et 0,5 ug/kg pour l'aflatoxine M1 sont très faibles. En conséquence, le projet de limite maximale de 0,5 ug/kg a été avancé à la trente-troisième session du Comité (2001) qui a adopté ce projet de limite maximale, en faisant observer que les données à l'appui du niveau inférieur, dans la mesure où elles sont disponibles, pourraient être examinées par le CCFAC au cours d'une session prochaine si nécessaire.

Il est reconnu que la concentration d'AFM1 dans le lait est liée à la concentration d'AFB1 dans les aliments pour animaux. Voir la remarque sous la rubrique « Aflatoxines, totales ».

Mycotoxines**Déoxynivalenol**

Référence au JECFA: 56 (2001)
 Indication toxicologique: DJMTP 0,001 mg/kg de poids corporel (2001)
 Synonymes: Vomitoxine; Abréviation, DON

Code d'usage correspondant: Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines, y compris les annexes sur l'ochratoxine A, la zéaralénone, les fumonisines et les trichothécènes (CAC/RCP 51-2003)

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour le	Codex/Remarques CCFAC	pour le
------	----------------	----------------	------	-------	-------------------------------	-----------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Aucune
LM

Les données disponibles n'ont cependant pas permis d'établir une dose de référence aiguë. La DJMTP est basée sur une étude alimentaire chronique chez les souris, en appliquant un facteur de sécurité de 100. Une ingestion de DON équivalente à la DJMTP restera probablement sans effet sur le système immunitaire, sur la croissance et la reproduction, qui sont les effets les plus critiques. Le JECFA a recommandé que des facteurs d'équivalence toxique par rapport au DON soient élaborés pour les autres trichothécènes de prévalence courante dans les céréales, si l'information disponible est suffisante.

Le JECFA a estimé que la DJMTP pour le DON pourrait être dépassée dans 4 sur 5 des régimes alimentaires régionaux de GEMS/Aliments.

La situation relative au déoxynivalénol a été révisée dans un document de travail (dernière version CX/FAC 03/35); à sa trente-cinquième session, le CCFAC a suspendu l'examen de ce document de travail et est convenu de reprendre les travaux sur l'élaboration des limites maximales pour le DON (ALINORM 03/12A, para. 180-182).

Lors de sa vingt-sixième session, la CAC (2003) a approuvé l'élaboration des limites maximales pour le DON comme nouvelle activité (ALINORM 03/41, annexe VIII)

À sa trente-sixième session (2004), le CCFAC est convenu d'interrompre l'examen des limites maximales pour le déoxynivalénol dans l'immédiat. À la place, il est convenu de demander des informations sur: la prévalence du déoxynivalénol dans les céréales; l'influence de la transformation, de la décontamination, du tri etc. sur la réduction de la concentration de DON dans un lot; les concentrations nationales et les limites indicatives pour le DON; les procédés d'échantillonnage et les méthodes d'analyse; etc. pour examen lors de la trente-septième session du Comité (ALINORM 04/27/12, para. 156-158).

Lors de sa trente-septième session, le CCFAC (2005) a décidé d'établir un Groupe de travail électronique pour rédiger un document de travail présentant des données pertinentes détaillées, y compris sur l'occurrence du déoxynivalénol et sur les effets de la transformation sur les teneurs en DON, pour examen à sa trente-huitième session (ALINORM 05/28/12, para. 148-150).

Le CCFAC, lors de sa trente-huitième session (2006) est convenu d'approuver la recommandation du Groupe de travail spécial sur les Contaminants et les Toxines à savoir de mettre à jour le document de travail sur les teneurs en DON dans les denrées alimentaires: davantage de données issues des régions pour lesquelles les données sur les teneurs en DON sont manquantes ou inadéquates; données additionnelles, particulièrement sur les teneurs en Don dans le maïs; informations sur l'effet des variations saisonnières sur les teneurs ; et informations sur l'effet de la transformation sur les teneurs en Don dans les aliments. (ALINORM 06/29/12, para. 137-138).

Mycotoxines

Déoxynivalenol

Le déoxynivalénol (DON) est le principal composé d'un groupe de mycotoxines chimiquement apparentées appelées trichothécènes de type B (qui sont des composés époxy-sesquiterpénoides) produits par certaines espèces de fusarium pathogènes de plusieurs céréales. Des composés étroitement apparentés sont par ex., le nivalénol et plusieurs dérivés acétyl-DON. Le DON est soluble dans l'eau et chimiquement très stable dans la plupart des conditions de transformation normales. La contamination par le DON est courante dans diverses céréales et produits à base de céréales. Il se métabolise et s'élimine rapidement chez les espèces de bétail et le transfert à partir des aliments pour animaux vers les produits d'origine animale est probablement négligeable. Les limites maximales pour les aliments destinés aux animaux ne sont pas nécessaires pour protéger la santé publique, mais elles sont utiles à la protection de la santé et de la productivité animale. Les porcs sont notamment vulnérables.

Chez les animaux, les effets aigus observés sont la baisse de la consommation alimentaire, la diarrhée et les vomissements. Le JECFA a reconnu que le DON peut entraîner des flambées de maladies aiguës chez les humains.

Mycotoxines**Fumonisin**

Référence au JECFA:	56 (2001)
Indication toxicologique:	DJMTP 0,002 mg/kg de poids corporel (2001)
Synonymes:	(Plusieurs composés apparentés ont été décrits, notamment les fumonisines B1, B2 et B3 (abréviation: FB1 etc.))
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des céréales aux mycotoxines, y compris les annexes sur l'ochratoxine A, la zéaralénone, les fumonisines et les trichothécènes (CAC/RCP 51-2003)

Code	Dénrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius	Remarques pour le CCFAC
Aucune LM								

Un rapport de synthèse a été préparé sur les fumonisines (dernière version CX/FAC 00/22). À sa trente-deuxième session (2000), le CCFAC a demandé aux États-Unis de finaliser ce rapport en tant que base potentielle d'une activité future. (ALINORM 01/12 para. 106-109). Aucune LM n'a été proposée.

Les fumonisines sont une catégorie de mycotoxines récemment identifiées qui sont essentiellement produites par certaines espèces fusarium, notamment *F. moniliforme* qui est pathogène du maïs (*Zea mays*). Les fumonisines sont un groupe de structure apparentée de diesters de l'acide 1, 2, 3 propane tricarboxylique et divers 2-amino-12, 16-diméthylpolyhydroxyéicosanes. Au moins 12 fumonisines analogues ont été identifiées et classifiées en séries A, B, F et P. La série B consiste essentiellement en FB1 et FB2, qui sont supposées être les composés les plus abondants et les plus toxiques. Les proportions types des analogues B1, B2 et B3 sont de 10, 3 et 1. Dans le monde entier, la prévalence des fumonisines dans le maïs et les produits à base de maïs est bien documentée; une prévalence naturelle sporadique a été observée dans le sorgho, le riz et les haricots ronds blancs. Comme les fumonisines sont thermostables, la cuisson et autres procédés thermiques ne réduisent pas véritablement leur concentration dans les aliments. Les transformations qui font appel au traitement des fractions de mouture humide peuvent cependant contribuer à éliminer la plupart des fumonisines. L'exposition humaine par voie alimentaire peut varier dans une large mesure en raison de la largeur de la fourchette des teneurs en fumonisines détectées dans la pratique. Les fumonisines se métabolisent et s'éliminent rapidement chez les espèces de bétail et le transfert à partir des aliments pour animaux vers les produits d'origine animale est probablement négligeable. Les limites maximales pour les aliments destinés aux animaux ne sont pas nécessaires pour protéger la santé publique, mais elles sont utiles à la protection de la santé et de la productivité animale. Chez les animaux, il a été observé divers effets indésirables. Le cheval semble être l'espèce la plus sensible, et la leucoencéphalomalacie équine (ELEM) est la maladie la plus souvent rencontrée. Les fumonisines sont aussi associées aux atteintes hépatiques, ainsi qu'aux lésions rénales et aux changements dans certaines classes de lipides, notamment les sphingolipides, chez tous les animaux étudiés. Des effets cancérigènes ont été observés chez les animaux exposés à des concentrations alimentaires élevées.

La néphrotoxicité, observée dans plusieurs souches de rats, a été considérée par le JECFA comme étant l'effet toxique le plus sensible. La DJMTP a été établie sur la base de la concentration sans effet observé pour la toxicité rénale et d'un facteur de sécurité de 100. Les estimations nationales pour l'ingestion moyenne et médiane sont généralement très inférieures à la DJMTP (la plus élevée étant de 0,2 mcg/kg de poids corporel).

Mycotoxines**Ochratoxine A**

Référence au JECFA: 37 (1990), 44 (1995), 56 (2001)

Indication toxicologique: DHTP 0,0001mg/kg de poids corporel (2001)

Définition du résidu: Ochratoxine A

Synonymes: (L'appellation « ochratoxines » comprend un nombre de mycotoxines apparentées (A, B, C et leurs esters et métabolites), la plus importante d'entre elles étant l'ochratoxine A)

Code d'usage correspondant: Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines, y compris les annexes sur l'ochratoxine A, la zéaralénone, les fumonisines et les tricothécènes (CAC/RCP 51-2003)

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius	Remarques pour le CCFAC
GC 0640	Orge	5	LM	7		FAC 91-04		
GC 0650	Seigle	5	LM	7		FAC 91-04		
GC 0654	Blé	5	LM	7		FAC 91-04		

La situation relative aux ochratoxines a été examinée dans un document de synthèse (dernière version CX/FAC 99/14).

Le projet de limite maximale de 5 mcg/kg pour l'OTA a été avancé pour adoption à l'étape 8 par le Comité à sa trente-quatrième session (2002) (ALINORM 03/12, para. 111-114), en prenant comme hypothèse qu'elle équivaut au niveau ALARA. À sa vingt-sixième session (2003), la Commission a examiné cette proposition (ALINORM 03/41, para. 45-47). De nombreuses délégations étaient d'avis que cette limite maximale proposée était trop basse et, compte tenu de l'évaluation du JECFA à sa cinquante-sixième session (2001), ont observé qu'une limite maximale de 20 mcg/kg serait adéquate en matière de santé publique et de sécurité. La Commission a conclu qu'il y avait un manque de consensus à la fois sur la limite maximale appropriée et sur la référence aux produits dérivés et ont renvoyé la norme à l'étape 6 pour travaux supplémentaires par le Comité. À sa trente-sixième session (2004), le CCFAC a noté qu'étant donné la vaste gamme des produits dérivés et que nombre d'entre eux ont peu sinon aucune importance dans le commerce international, la concentration maximale devrait se limiter au blé brut, à l'orge et au seigle. Le Comité est convenu de maintenir la limite maximale de 5 ug/kg pour l'ochratoxine A dans le blé brut, l'orge et le seigle à l'étape 7. Le Comité est également convenu qu'en fonction des données disponibles, le JECFA doit effectuer une évaluation approfondie du risque d'ici 2006, pour que le Comité puisse réexaminer la question à la lumière des conclusions de l'évaluation du JECFA à sa session de 2007 (ALINORM 04/27/12, para. 132-137).

Le Groupe de travail spécial de la trente-huitième session du CCFAC (2006) est convenu d'avancer le descriptif de projet portant sur l'élaboration d'un code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination du vin par l'ochratoxine A pour approbation par la Commission comme nouvelle activité du Comité, et est convenue que les limites maximales pour l'ochratoxine A dans le vin pourront faire l'objet d'un examen futur, sous réserve de la collecte de données sur les concentrations d'ochratoxine dans le vin et des résultats liés à l'élaboration du code. Le Comité est convenu d'approuver la recommandation du groupe de travail spécial sur les contaminants et les toxines dans les aliments d'entreprendre une nouvelle activité sur l'élaboration du code d'usage et de préciser que cette nouvelle activité se limite uniquement au vin. Le Comité est également convenu de distribuer l'avant-projet de code pour observations à l'étape 3 et examen à la prochaine session du Comité. À sa vingt-neuvième session (2006), la Commission a approuvé l'élaboration du code en tant que nouvelle activité. (ALINORM 06/29/12, para. 139-142)

À sa trente-huitième session, le CCFAC a fait sienne les recommandations du Groupe de travail spécial de créer deux groupes de travail électronique chargés de préparer des documents de travail distincts sur, respectivement, l'ochratoxine A dans le café et l'ochratoxine A dans le cacao, pour distribution, observations et examen à sa prochaine session, qui permettront de décider si l'élaboration des codes d'usage est appropriée. (ALINORM 06/29/12, para. 143-145).

Mycotoxines

Ochratoxine A

L'ochratoxine A (OTA) est le principal composé d'un groupe de mycotoxines chimiquement apparentées produites par les espèces du genre *Aspergillus* et *Penicillium*. La contamination par l'OTA est couramment observée dans diverses céréales, quelques légumes secs, le café, le cacao, les figues, les raisins, le vin, les produits à base de fruits à coque et noix de coco. Elle peut aussi être transmise par voie alimentaire aux produits et concentrés d'origine animale notamment au rein, mais elle peut aussi être détectée dans la viande et le lait. Une grande partie de l'OTA est cependant convertie en ochratoxine-alpha, moins nocive, dans la panse des ruminants. L'ochratoxine A est une mycotoxine néphrotoxique, carcinogène chez les rats, qui a aussi des propriétés tératogènes, immunotoxiques, et éventuellement neurotoxiques. Elle a été associée à la néphropathie endémique des Balkans.

Mycotoxines**Patuline**

Référence au JECFA: 35 (1989), 44 (1995)
 Indication toxicologique: DJMTP 0,0004 mg/kg de poids corporel (1995)
 Définition du résidu: patuline

Code d'usage correspondant: Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination du jus de pomme et des ingrédients à base de jus de pomme dans les autres boissons par la patuline (CAC/RCP 50-2003)

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius	Remarques pour le CCFAC
JF 0226	Jus de pomme	50	LM	Adoptée	2003	FAC	La limite maximale s'applique aussi au jus de pomme servant d'ingrédient dans d'autres boissons.	

La situation relative à la patuline a été examinée dans un document de synthèse (dernière version CX/FAC 99/16).

À sa vingt-sixième session (2003), la Commission a adopté la limite maximale. La réduction possible de la limite maximale de 50 à 25 ug/kg sera examinée par le CCFAC une fois que le code d'usage sera mis en application (dans 3 ans). Davantage de données sont nécessaires sur la concentration de patuline dans le jus de pomme et dans le jus de pomme servant d'ingrédient dans les autres boissons.

La patuline est une mycotoxine lactone héli-acétale de faible masse moléculaire produite par les espèces du genre *Aspergillus*, *Penicillium* et *Byssosclamyces*. Les sources principales de contamination par la patuline sont les pommes atteintes de pourriture brune et de moisissure bleue. Comme la patuline ne s'étend pas beaucoup hors des tissus atteints, la principale exposition humaine semble provenir des produits transformés, comme le jus de pomme et la compote de pomme, dans lesquelles la contamination n'est pas visible. Comme la fermentation détruit la patuline, elle n'est généralement pas présente dans le cidre et le poiré, à moins que du jus de pomme non fermenté n'ait été ajouté après la fermentation. La patuline peut aussi être un contaminant des fruits fragiles, de quelques légumes, de l'orge, du blé et du maïs.

Les problèmes sanitaires potentiels liés à la patuline sont d'ordre cytotoxique, immunotoxique, neurotoxique, gastrointestinal et autres effets observés chez les animaux. La patuline est en grande partie éliminée quelques jours après son ingestion.

La DJMTP a été établie en appliquant un facteur de sécurité de 100 au niveau le plus bas sans effet nocif observable de 43 mcg/kg de poids corporel/jour chez les rats.

Mycotoxines**Toxines T2 et HT-2**

Référence au JECFA:	56 (2001)
Indication toxicologique:	DJMTP 0,00006 mg/kg de poids corporel (DJMTP de groupe pour les toxines T-2 et HT-2, seules, ou combinées)
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines, y compris les annexes sur l'ochratoxine A, la zéaralénone, les fumonisines et les trichothécènes (CAC/RCP 51-2003)

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius	pour le Codex CCFAC	Remarques pour le
Aucune									
LM									

Aucune action supplémentaire sur les toxines T-2 et HT-2 n'a été recommandée par le Comité en 2001, étant probablement entendu que l'information (limitée) disponible laissait entendre que les doses ingérées ne dépassaient pas la DJMTP (ALINORM 01/12A, para. 16).

Les toxines T-2 et HT-2 sont des composés étroitement apparentés appartenant à un groupe de mycotoxines chimiquement apparentées appelées trichothécènes de type A (qui sont des composés époxy-sesquiterpénoïdes) produits par certaines espèces *Fusarium* pathogènes de plusieurs céréales. Le plus important producteur est *F. sporotrichioides*, un saprophyte qui se développe seulement quand l'activité de l'eau est élevée. Par conséquent, les toxines T-2 et HT-2 ne sont généralement pas présentes dans les céréales au moment de la récolte, mais elles surviennent suite aux dégâts produits par l'eau quand les céréales restent en milieu humide pendant longtemps dans les champs ou après la récolte. Les toxines T-2 et HT-2 sont rapidement métabolisées et éliminées chez les espèces de bétail et le transfert à partir des aliments pour animaux vers les produits d'origine animale est probablement négligeable. Les limites maximales pour les aliments destinés aux animaux ne sont pas nécessaires pour protéger la santé publique, mais elles sont utiles à la protection de la santé et de la productivité animales. En particulier, les porcs sont vulnérables. Chez les animaux, les effets aigus observés sont la baisse de la consommation alimentaire, la diarrhée et les vomissements.

La toxine T-2 est un inhibiteur puissant des protéines de synthèse, in vivo comme in vitro. La toxine T-2 est associée aux flambées d'intoxications aiguës chez les humains, dans lesquelles les effets indésirables observés comprennent la nausée, les vomissements, l'irritation pharyngée, les douleurs abdominales, la diarrhée, du sang dans les selles, les étourdissements et les frissons. Dans ces circonstances, il est probable qu'il y ait co-prévalence de la toxine T-2 et d'autres trichothécènes. La toxine T-2 est aussi associée aux incidents d'intoxication alimentaire durant la période entre 1931- 1947 désignés sous le nom d'aleucie toxique alimentaire, dans l'ancienne Union soviétique.

La DJMTP est fondée sur une étude alimentaire de trois semaines sur des porcs, réalisée en appliquant un facteur de sécurité de 500 au niveau sans effet nocif observé afin de noter les modifications dans la numération globulaire. L'ingestion moyenne des toxines T-2 et HT-2 par voie alimentaire chez l'homme a été estimée par le JECFA à 8 par rapport à 9 ng/kg de poids corporel, ce qui est inférieur à la DJMTP de groupe. L'ingestion d'une dose de toxines T-2 et HT-2 équivalente à la DJMTP restera probablement sans effet sur le système immunitaire et sur l'hématotoxicité, qui sont considérés comme effets critiques après une ingestion à court terme. Le JECFA a recommandé que des facteurs d'équivalence toxique par rapport au DON soient élaborés pour les autres trichothécènes de prévalence courante dans les céréales, si l'information disponible est suffisante.

Mycotoxines**Zéaralénone**

Référence au JECFA:	53 (1999)
Indication toxicologique:	DJMTP 0,0005 mg/kg de poids corporel (1999, L'ingestion totale de zéaralénone et ses métabolites (y compris alpha-zéaralanol (zéranol)) ne devrait pas dépasser la DJMTP.)
Synonymes:	(la zéaralénone est la plus importante d'un groupe de mycotoxines apparentées et des métabolites correspondants. Abréviation, ZEN. Son métabolite, alpha-zéaralanol (zéranol) est utilisé comme médicament vétérinaire.)
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines, y compris les annexes sur l'ochratoxine A, la zéaralénone, les fumonisines et les tricothécènes (CAC/RCP 51-2003)

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour le	Codex	Remarques pour le	CCFAC
Aucune											
LM											

La situation concernant la ZEN a été révisée dans un document de synthèse (dernière version CX/FAC 00/19).

Les calculs préliminaires relatifs à l'ingestion indiquent des valeurs nettement inférieures à la DJMTP. Il est cependant mentionné qu'il faut faire davantage pour réduire les concentrations de ZEN dans les produits à risque (notamment les produits à base de maïs) particulièrement pour les enfants qui sont de gros consommateurs de ces produits.

À sa trente-et-unième session (1999), le Comité est convenu que, compte tenu qu'il n'y avait pas de problèmes particuliers liés à la ZEN, les limites maximales Codex ne seraient pas nécessaires dans l'immédiat. Les normes mentionnées ici pour le ZAL contenu dans le foie et les muscles des bovins ont été établies par le Comité sur les résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments (CCRVDF) suite à l'usage reconnu du zéranol chez les bovins; elles sont importantes pour le Comité dans la mesure où la contamination par la ZEN peut laisser des résidus de ZEN et de ZAL (et autres métabolites) dans le foie et les muscles des bovins.

La zéaralénone (ZEN) est la plus importante d'un groupe de mycotoxines lactones d'acide résorcyclique produites par plusieurs espèces de moisissures *Fusarium*. Elle est présente dans le monde entier dans un nombre de cultures céréalières ainsi que dans les produits dérivés comme la bière. Elle a été liée à plusieurs incidents de mycotoxicose chez les animaux d'élevage, notamment les porcs. La ZEN est rapidement métabolisée et excrétée par les animaux; les résidus de cette mycotoxine dans les produits d'origine animale sont probablement insignifiants du point de vue sanitaire. Un métabolite de ZEN, l'alpha-zéaralanol (zéranol, abrégé ici en ZAL) est cependant important pour son utilisation potentielle en tant que médicament vétérinaire. Il y a aussi le bêta-zéaralanol (taléranol) qui a une activité hormonale. À l'exception de ces substances qui peuvent être utilisées comme promoteurs de croissance anabolisants, il y a aussi l'alpha- et bêta-zéaralénone (ZEL) et la zéaralanone (ZAN) qui sont des métabolites éventuellement produits ou des substances co-produites avec la ZEN.

La DJMTP pour la ZEN a été établie en appliquant un facteur de sécurité de 100 au niveau le plus bas sans effet nocif observable, lié à l'effet estrogénique chez les porcs. Le ZAL a une DJA de 0,5 mcg/kg de poids corporel (voir les 26^{ème}, 27^{ème} et 32^{ème} JECFA).

Des résidus de ZEN et de ZAL réunis dans un produit d'origine animale peuvent constituer la preuve que les aliments consommés par les animaux étaient contaminés par la ZEN. Afin de pouvoir faire la distinction entre la contamination des aliments pour animaux par les mycotoxines du groupe ZEN et l'utilisation du médicament vétérinaire, il est donc nécessaire de déterminer les proportions relatives des différents résidus, par ex., ZEN + alpha- et bêta-ZEL par rapport à ZAL. Un rapport de 5 ou plus indique que la contamination est probablement uniquement due aux mycotoxines.

Acrylamide

Référence au JECFA: 64 (2005)
 Indication toxicologique: (Estimations des doses ingérées: moyenne 0,001 mg/kg de poids corporel/jour; élevée 0,004 mg/kg de poids corporel/jour)
 Marge d'exposition: modifications morphologiques au niveau des nerfs (Concentration sans effet observé 0,2 mg/kg de poids corporel/jour), dose moyenne 200, dose élevée 50; effets sur la reproduction, la croissance et autres effets non néoplastiques (Concentration sans effet observé 2 mg/kg de poids corporel/jour), dose moyenne 2000, dose élevée 500; cancer (BMDL 0,3 mg/kg de poids corporel/jour), dose moyenne 300, dose élevée 75.)

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour	le	Codex Remarques CCFAC	pour	le
Aucune												
LM												

À sa trente-sixième session (2004), le CCFAC a demandé au JECFA de faire l'évaluation de l'acrylamide.

À sa soixante-quatrième session (2005), le JECFA a conclu qu'une dose alimentaire de 1 µg/kg/jour d'acrylamide représente la moyenne pour l'ensemble de la population et qu'une dose de 4 µg/kg/jour représente les gros consommateurs; enfants compris. La comparaison de ces doses avec la concentration sans effet observé de 0,2 mg/kg de poids corporel/jour eu égard aux modifications morphologiques au niveau des nerfs donnerait une marge d'exposition de 200 et 50 respectivement. La comparaison avec la concentration sans effet observé de 2 mg/kg de poids corporel/jour pour les effets sur la reproduction et la croissance et les autres effets non néoplastiques donnerait une marge d'exposition de 2000 et 500 respectivement. Pour l'induction de tumeurs, la marge d'exposition est établie à 300 et 75 respectivement.

À sa soixante-quatrième session (2005), le JECFA a conclu que les effets indésirables causant des modifications morphologiques au niveau des nerfs, de la reproduction et de la croissance et les autres effets non néoplastiques sont peu probables aux doses moyennes estimées, mais que les modifications morphologiques au niveau des nerfs ne peuvent pas être exclues pour certains individus chez lesquels l'ingestion est élevée. Il a considéré que les marges d'exposition (induction des tumeurs – doses moyennes et élevées) étaient faibles pour un composé qualifié de génotoxique et cancérigène et qu'elles peuvent présenter un risque sanitaire pour l'homme. En conséquence, des efforts appropriés visant à réduire les concentrations d'acrylamide dans les denrées alimentaires doivent se poursuivre.

Recommandations du JECFA à sa soixante-quatrième session :

- réévaluer l'acrylamide à la lumière des résultats des études en cours portant sur la carcinogénicité et la neurotoxicité à long terme.
- poursuivre les travaux en utilisant les modèles PBPK pour mieux relier les données du biomarqueur humain avec les évaluations de l'exposition et des effets toxicologiques chez les animaux de laboratoire.
- poursuivre les efforts pour réduire les concentrations d'acrylamide dans les aliments.
- en outre, le comité a observé qu'il serait utile d'obtenir des données sur la prévalence de l'acrylamide dans les aliments tels qu'ils sont consommés dans les pays en développement. Cette information permettra de faire des évaluations d'ingestion ainsi que d'examiner les approches d'atténuation en vue de réduire l'exposition humaine (Rapport de la soixante-quatrième réunion du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, pages 8-26).

À sa trente-septième session (2005), le CCFAC est convenu de réviser le document de travail pour inclure les grandes lignes d'un code d'usage et un descriptif de projet pour entreprendre une nouvelle activité sur l'élaboration du code d'usage, en tenant compte de l'évaluation de l'acrylamide par le JECFA à sa soixante-quatrième réunion; des stratégies de réduction nationales; et du rôle des transformateurs d'aliments, des services de restauration et des consommateurs. (ALINORM 05/28/12, para. 193-196)

Acrylamide

À sa trente-huitième session (2006), le CCFAC est convenu d'avancer le descriptif de projet relatif à l'élaboration du code d'usage pour la réduction de l'acrylamide présente dans les aliments pour approbation comme nouvelle activité par la Commission, et est convenu que, sous réserve de l'approbation de la Commission, un Groupe de travail électronique élaborera le projet initial de code d'usage pour observations à l'étape 3. (ALINORM 06/29/12, para. 184 & 185)

L'acrylamide est une substance chimique industrielle importante dont l'utilisation date du milieu des années 50 comme intermédiaire chimique dans la production des polyacrylamides utilisées comme floculants pour éclaircir l'eau potable et dans d'autres applications industrielles. Récemment, l'attention s'est tournée vers la formation d'acrylamide à températures élevées pendant la friture, la cuisson au four et autres transformations thermiques d'une variété d'aliments, généralement d'origine végétale à teneur élevée en hydrocarbures et faible en protéines. Dans cette réaction de Maillard, le précurseur aminoacide le plus important, l'asparagine, réagit avec les sucres réducteurs. Une fois formée, l'acrylamide apparaît comme stable dans une grande majorité des aliments affectés. Les concentrations d'acrylamide dans les denrées alimentaires varient grandement du fait que sa formation dépend des conditions précises de la durée et de la température utilisées pour chauffer l'aliment et de la composition de l'aliment. La recherche sur la formation de l'acrylamide se poursuit; son impact pourrait être atténué en modifiant les procédures de production en vigueur.

Sur les animaux de laboratoire, l'acrylamide est rapidement et grandement absorbée par l'administration orale et elle se répand largement dans les tissus ainsi que dans le fœtus. Elle a aussi été détectée dans le lait maternel. Le métabolite principal est le glycidamide, formé par l'oxydation par le CYP2E1, qui est beaucoup plus réactif avec l'ADN que l'acrylamide elle-même. L'acrylamide et ses métabolites sont rapidement éliminés par voie urinaire.

La neurotoxicité de l'acrylamide chez les humains est bien connue suite aux expositions professionnelles et accidentelles. Qui plus est, les études expérimentales sur les animaux ont montré des propriétés de toxicité reproductive, de génotoxicité et carcinogénicité. Le système nerveux est le site principal de l'action toxique de l'acrylamide, qui s'exprime en quotient de transformation morphologique. Les modifications dégénératives au niveau des nerfs (concentration sans effet observé 0,2 mg/kg/jour, suite à une étude faite sur les rats). Les études sur la reproduction ont montré une baisse de la fertilité, des effets indésirables sur le sperme et la morphologie des rats mâles, cependant, aucun effets indésirables n'est à signaler chez les rats femelles (concentration sans effet observé 2 mg/kg/jour). Qui plus est, l'acrylamide n'était pas tératogène chez les souris et les rats. L'acrylamide est génotoxique, cependant, la condition préalable semble être le métabolisme en glycidamide.

L'acrylamide a été évaluée par l'IARC en 1994 et classifiée comme probablement cancérigène pour l'homme sur la base du résultat positif d'un essai biologique sur le cancer et la preuve que l'acrylamide est efficacement transformée biologiquement en un métabolite génotoxique qu'est le glycidamide. Une dose repère BMDL pour 10% de risques de tumeurs en plus a été établie par le JECFA à 0,3 mg/kg/jour

Une grande variété de denrées est probablement contaminée par l'acrylamide, comme les oléagineux, les légumineuses, les pommes de terre et les produits à base de pommes de terre, le café, le sucre et le miel, les légumes.

Les études menées en Suède en 2002 ont montré la formation de fortes concentrations d'acrylamide pendant la friture ou la cuisson au four d'un certain nombre d'aliments.

Autres contaminants chimiques (les radionucléides exceptés)**Acrylonitrile**

Référence au JECFA:	28 (1984)
Indication toxicologique:	Acceptation provisoire (1984, l'utilisation des matériaux pour contact alimentaire desquels migre l'acrylonitrile est provisoirement acceptée, sous réserve de réduire la quantité de substance migrant dans les aliments à la concentration technologiquement la plus faible
Définition du résidu:	acrylonitrile (monomère)
Synonymes:	2-Propénénitrile; cyanure de vinyle (VCN); cyanoéthylène; abréviations, AN, CAN.

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour le	Codex Remarques CCFAC	pour le
	Aliment	0,02	LI	Adoptée	1991	FAC				

Les limites indicatives (LI) pour l'acrylonitrile contenu dans les aliments et le chlorure de vinyle monomère contenu dans les aliments et dans les matériaux d'emballage alimentaire ont été adoptées par la Commission à sa dix-neuvième session (1991) étant entendu que l'AOAC et l'ISO seraient chargés d'élaborer les plans d'échantillonnage et les méthodes d'analyse appropriés (ALINORM 91/40, para. 203-204).

Le monomère acrylonitrile est la substance de départ de la fabrication des polymères utilisés comme fibres, résines, caoutchouc et aussi comme matériaux d'emballage des aliments riches en acide oxalique. L'acrylonitrile n'existe pas à l'état naturel. L'acrylonitrile est classifié par l'IARC comme cancérigène possible pour l'homme (groupe 2B). Les polymères dérivés de l'acrylonitrile peuvent aussi contenir des faibles quantités de monomère libre. La migration des substances éventuellement nocives des matériaux de contact alimentaire a été examinée par le CCFA/CCFAC entre 1986 et 1991. (IARC Vol. 71, 43-108)

Chloropropanols

Référence au JECFA:	41 (1993; pour 1,3-dichloro-2-propanol seulement) 57 (2001)
Indication toxicologique:	DJMTP 0,002 mg/kg de poids corporel (2001, pour 3-chloro-1,2-propanediol. L'établissement d'une dose tolérable a été considérée comme inapproprié pour 1,3-dichloro-2-propanol en raison de la nature de la toxicité (tumorigénique dans divers organes chez le rat et le contaminant peut entrer en réaction avec les chromosomes et/ou l'ADN.) Dose repère BMDL 10 cancer, 3,3 mg/kg de poids corporel/jour (pour le 1,3-dichloro-2-propanol); marge d'exposition, 65000 (population générale), 2400 (ingestion très élevée, y compris les jeunes enfants)
Définition du résidu:	3-MCPD
Synonymes:	Les deux substances les plus importantes dans le groupe sont: 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) et 1,3-dichloro-2-propanol (1,3-DCP)

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius	Remarques pour le CCFAC
	Condiments liquides contenant des protéines végétales hydrolysées à l'acide (la sauce de soja fermentée naturellement exceptée)	0,4	LM	3		FAC 05-06		

À sa cinquante-septième réunion (2001), le JECFA a noté que la dose responsable des tumeurs chez les rats (19 mg/kg de poids corporel/jour) était approximativement 20000 fois plus élevée que l'estimation de la dose de 1,3-DCP ingéré par les consommateurs de sauce de soja (1 mg/kg de poids corporel/jour). Les preuves disponibles laissent entendre que le 1,3-DCP est associé à de fortes concentrations de 3-MCPD dans les aliments. Une réglementation qui porterait sur ce dernier permettrait donc de ne pas avoir à contrôler le 1,3-DCP. (Rapport de la cinquante-septième réunion du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, pages 118-121.

On a notamment trouvé des concentrations élevées de chloropropanols (jusqu'à 100 mg/kg et plus) dans les produits comme les sauces de soja de fermentation non traditionnelle et les protéines végétales hydrolysées (PVHA). Le lien avec la méthode de production est évident; les concentrations de chloropropanols dans ces produits ont baissé au cours de la dernière décennie, depuis que le problème a été constaté, et des mesures ont été prises pour réduire la formation des chloropropanols. Ces composés ont aussi été détectés dans un grand nombre d'autres aliments, y compris les produits de boulangerie, le pain, la viande et le poisson cuits/fumés et les ingrédients à base de malt. D'après les indications (non concluantes), la cuisson au four ou au gril (traitement à haute température) entraîne quelque peu la formation de 3-MCPD. Par ailleurs, les résines contenues dans les matériaux et le papier d'emballage utilisés lors de la transformation des aliments peuvent contenir du 3-MCPD et contribuer à l'exposition par voie alimentaire; ceci a conduit à la fabrication de résines contenant des concentrations considérablement inférieures de 3-MCPD. Les preuves disponibles laissent entendre que le 1,3-DCP se produit en concentration inférieure à celles du 3-MCPD dans la sauce de soja (et les produits apparentés) et dans les ingrédients alimentaires à base de PVHA. Cependant, dans les produits à base de viande les concentrations de 1,3-DCP sont généralement supérieures à celles de 3-MCPD, selon les conclusions de la soixante-cinquième réunion du JECFA. Davantage d'information est nécessaire sur les concentrations de chloropropanols dans les aliments et dans les ingrédients alimentaires, sur l'exposition alimentaire à ces composés, sur leur origine et leur formation et sur les méthodes de production qui permettront d'éviter la contamination des denrées alimentaires par les chloropropanols.

À sa trente-septième session (2005) le CCFAC est convenu de demander au JECFA de mener une évaluation de l'exposition aux chloropropanols contenus dans tous les produits (ALINORM 05/28/12, para. 189).

Chloropropanols

À sa soixante-septième réunion (2006), le JECFA a estimé l'exposition moyenne au 3-MCPD (au niveau national dans une large gamme d'aliments y compris la sauce de soja et les produits apparentés à base de sauce de soja) entre 1% et 35% de la DJMTP dans la population générale. Pour les consommateurs au 95ème percentile, les doses ingérées ont été estimées entre 3% et 85%, et pour les jeunes enfants, jusqu'à 115% de la DJMTP. Le Comité a noté qu'une réduction de la concentration de 3-MCPD dans la sauce de soja et les produits apparentés fabriqués avec des PVHA permettrait de réduire considérablement l'ingestion de ce contaminant par les consommateurs.

À sa soixante-septième réunion, le JECFA a conclu que l'effet critique de 1,3-DCP est la cancérogénicité. Deux nouvelles études de génotoxicité in vivo ont donné des résultats négatifs. Par contre, le champ limité de ces études, les conclusions positives de tests de génotoxicité in vitro ainsi que le manque de connaissances sur les modes d'action au niveau des diverses tumeurs ont conduit le Comité à conclure qu'il n'est pas possible d'exclure un mode d'action génotoxique.

La dose de 1,3-DCP ingérée a été estimée respectivement à 0,051 µg/kg de poids corporel/jour et 0,136 µg/kg de poids corporel/jour pour la population générale et l'ingestion de haut niveau (les jeunes enfants compris). La comparaison entre ces doses ingérées et la dose repère BMDL 10 la plus faible de 3,3 mg/kg de poids corporel/jour (données d'incidence chez les animaux traités ayant développé quelque tumeur que ce soit) a donné une marge d'exposition approximative respectivement de 65000 et 24000. Sur la base de ces marges d'exposition, le Comité a conclu que les estimations des doses de 1,3-DCP ingéré présentaient des risques négligeables pour la santé humaine.

À sa soixante-septième réunion, le JECFA a recommandé de mener des études d'évaluation de l'ingestion ou de l'importance toxicologique des esters d'acides gras de 3-MCPD, dont la présence dans les aliments a été signalée.

Discussions sur les limites maximales:

Un document de synthèse a été rédigé; à sa trente-cinquième session, le Comité est convenu que le document devrait être révisé en s'appuyant sur les débats et sur les observations et les données soumises (ALINORM 03/12A, para. 179).

L'établissement de limites maximales pour les chloropropanols présents dans les denrées alimentaires a été proposé pour examen à la trente-cinquième session du Comité. Le Comité n'est pas parvenu à dégager un consensus sur la limite maximale de 1 mg/kg pour la sauce soja à base de PVHA comme proposée et a renvoyé l'élaboration des limites maximales pour les différentes denrées alimentaires à sa prochaine session; le document de synthèse révisé devrait inclure les propositions relatives à l'élaboration des limites maximales pour les chloropropanols dans les aliments concernés (ALINORM 03/12A, para. 173-179).

À sa trente-sixième session, le Comité est convenu de reprendre ses travaux sur l'établissement d'une limite maximale pour le 3-MCPD dans les PVHA et les produits contenant des PVHA, sous réserve de leur approbation comme nouvelle activité; il est aussi convenu qu'un groupe de travail préparerait un nouveau document de travail. (ALINORM 04/27/12, para. 193-194).

À sa trente-septième session (2005), le CCFAC est convenu de prendre comme point de départ une limite maximale de 0,4 mg/kg pour le 3-MCPD dans les condiments liquides contenant des PVHA (à l'exception de la sauce de soja de fermentation naturelle). Devant la nécessité de mieux définir les produits pour lesquels il convient d'établir des limites maximales, le Comité est convenu de préparer un document de travail qui définira les produits contenant des PVHA et recueillera l'information sur les autres produits contenant le 3-MCPD. (ALINORM 05/28/12, para. 188 et 189).

À sa trente-huitième session (2006), le CCFAC est convenu de mettre à jour le document de travail en tenant compte des résultats de l'évaluation par le JECFA et de toute autre information d'intérêt dans les discussions sur les limites maximales et de maintenir l'avant-projet de limite maximale à l'étape 4 (ALINORM 06/29/12, para 176 et 177).

Discussions sur le code d'usage:

Chloropropanols

À sa trente-septième session (2005), le CCFAC est convenu de transmettre le descriptif de projet sur l'élaboration d'un code d'usage pour la réduction des teneurs en chloropropanols lors de la production des PVHA et des produits contenant des PVHA à la Commission pour approbation en tant que nouvelle activité, et sous réserve de l'approbation de la Commission, d'élaborer l'avant-projet du code d'usage. (ALINORM 05/28/12, para. 183)

À sa trente-huitième session (2006), le CCFAC est convenu d'encourager les organisations professionnelles et les gouvernements à fournir des données supplémentaires sur les mesures visant à diminuer la présence des chloropropanols dans les PVHA dans les conditions industrielles, tout en tenant compte, en particulier, de ce qui est réalisable du point de vue organoleptique, et le Comité est également convenu de réviser l'avant-projet. Lors de la révision du code d'usage, le Groupe de travail électronique devra considérer la révision du titre de sorte à faire spécifiquement référence au 3-MCPD, par suite de la co-occurrence de 3-MCPD et des autres chloropropanols. (ALINORM 06/29/12, para. 172 et 173)

Les chloropropanols se forment dans les aliments à la suite de conditions spécifiques d'entreposage et de transformation. Ils proviennent essentiellement de l'hydrolyse acide des protéines végétales dans la production des ingrédients d'ingrédients alimentaires salés (par ex., la sauce de soja). Au cours de ce procédé, l'utilisation de l'acide chorhydrique à des températures élevées entraîne la chloration à température élevée des lipides présents dans les matériaux protéiniques de départ. Il a été montré que le 3-MCPD est un précurseur de la formation de 1,3-DCP, et le contrôle des concentrations de 3-MCPD devrait rendre inutile le contrôle spécifique du 1,3-DCP.

Toxicité de 3-MCPD:

Le 3-MCPD traverse la barrière sang-testicule et la barrière sang-cerveau et circule largement dans le liquide organique. Le composé d'origine est partiellement détecté par association avec le glutathione, entraînant l'excrétion de l'acide mercapturique correspondant, et est partiellement oxydé davantage en acide oxalique. La formation immédiate d'un époxyde a été postulée mais pas prouvée. L'incidence d'une hyperplasie tubulaire dans les reins des rats traités est le résultat le plus sensible permettant le calcul de l'ingestion tolérable. Cet effet lié à la dose a été observé dans l'étude de la toxicité et de la cancérogénicité à long terme chez les rats. Le 3-MCPD est ni génotoxique in vitro aux concentrations qui produisent d'autres effets toxiques, ni génotoxique in vivo. (Cinquante-septième rapport du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, pages 114-118)

Toxicité de 1,3-DCP:

Aux fins d'évaluation, seules quelques études sur la cinétique, le métabolisme, la toxicité à long et à court terme et la toxicité pour la reproduction sont disponibles et les résultats indiquent clairement que le 1,3-dichloro-2-propanol est génotoxique in vitro, hépatotoxique, et qu'il provoque différentes tumeurs dans différents organes chez les rats. Le JECFA a conclu qu'il n'était pas approprié de calculer une dose d'ingestion tolérable en raison de la nature de la toxicité observée:

- les résultats de l'étude à long terme de la toxicité et de la cancérogénicité ont montré une augmentation considérable des incidences des néoplasmes bénins et malins dans au moins trois tissus différents.
- on a observé sans équivoque que ce contaminant interagit avec les chromosomes et/ou l'ADN; cependant, les tests se sont limités aux tests bactériologiques et mammaliens in vitro, et il n'y a aucune donnée sur les organismes mammaliens entiers ou les humains. (Cinquante-septième rapport du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, pages 118.121)

Dioxines

Référence au JECFA:	57 (2001)
Indication toxicologique:	DMTP 70 pg TEQ/kg de poids corporel (2001, y compris les PCB coplanaires)
Synonymes:	Polychlorodibenzo-dioxines et-furannes
Codes d'usage correspondants:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments pour l'homme et l'animal par la dioxine et les PCB de type dioxine (2006)

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour le	Codex/Remarques CCFAC	pour le
Aucune	LM									

La situation concernant les dioxines a été examinée dans un document de travail (dernière version CX/FAC 00/26). À sa trente-deuxième session (2000), le Comité a demandé un document de synthèse supplémentaire pour réunir les évaluations récentes concernant l'ingestion et les réglementations nationales relatives aux dioxines. Ce document a été présenté à la trente-troisième session du Comité (2001). Une révision du document a été demandée, ainsi que des données sur les concentrations présentes dans les denrées destinées à l'alimentation humaine et animale, et le lait maternel; la version la plus récente est CX/FAC 03/32. À sa trente-quatrième session (2002), le Comité est convenu qu'il ne préparerait pas de limites maximales pour les dioxines dans l'immédiat. À sa trente-cinquième session (2003), le Comité a demandé une révision du document de synthèse, ainsi que l'insertion d'une nouvelle section couvrant les données relatives aux niveaux naturels de dioxines et aux PCB de type dioxine dans les aliments de consommation humaine et animale. À sa trente-sixième session (2004), le Comité a encouragé les membres du Codex à soumettre des données sur les dioxines et les PCB de type dioxine dans les aliments, et il est convenu de demander à l'OMS de faire un rapport détaillé sur les données reçues dans un délai de trois ans. Dans ces conditions, le Comité est convenu de suspendre l'examen du document de synthèse (ALINORM 04/27/12, para. 188-189).

À sa vingt-neuvième session (2006), la Commission est convenue d'inviter le Comité du Codex sur les méthodes d'analyse et d'échantillonnage (CCMAS) à revoir les sections concernant les méthodes d'échantillonnage et d'analyse et d'évaluer la nécessité de nouvelles révisions du code, en tenant compte des observations formulées lors de la vingt-neuvième session de la Commission (ALINORM 06/29/41, para. 60-62)

Le terme « dioxines » se rapporte à un groupe de composés aromatiques planaires polychlorés. Le groupe comprend 75 dibenzo-p-dioxines (PCDD) et 135 dibenzofurannes (PCF). Les dioxines les plus fréquemment étudiées et les plus toxiques sont les 17 congénères ayant une substitution de chlore aux positions 2,3,7,8, parmi lesquels le 2,3,7,8-tetra-CDD (TCDD) est le plus toxique et le congénère le plus fréquemment étudié. Les dioxines sont largement présentes comme contaminants dans l'environnement et dans l'alimentation, quand bien même en quantité infime. Les dioxines sont des composés lipophiles qui se lient aux sédiments et aux matières organiques dans l'environnement et sont absorbées par les tissus graisseux chez l'animal ou chez l'homme. Elles sont extrêmement résistantes aux processus de transformation biologique et chimique et sont par conséquent persistantes dans l'environnement et s'accumulent dans la chaîne alimentaire. Les dioxines sont les sous-produits de la combustion et des processus industriels. Presque toutes les dioxines entrent dans l'environnement par émission dans l'air. Le récepteur Ah est un facteur important des effets toxicologiques des dioxines. L'activation de ce récepteur peut entraîner des troubles endocriniens et paracriniens ainsi que des altérations des fonctions cellulaires, notamment la croissance et la différenciation.

Les effets sur la croissance, sur le comportement neurologique (cognitif) et les effets immunotoxiques correspondent aux seuils les plus sensibles de la toxicologie des dioxines. Le TCDD est classifié dans le groupe 1 des cancérigènes humains par l'IARC. Il a été montré qu'il est cancérigène chez plusieurs espèces animales à des sites multiples, mais le TCDD n'est pas l'initiateur de la carcinogenèse, et la promotion de la tumeur dans les études sur les animaux indique un mécanisme non génotoxique.

Autres contaminants chimiques (les radionucléides exceptés)

Dioxines

Le concept d'équivalence toxique a été établi pour application aux dioxines afin d'évaluer la toxicité d'un mélange de congénères comme il en existe dans la pratique. Les facteurs d'équivalence toxique (TEF) ont été établis concernant le TCDD et la toxicité totale du mélange peut ainsi être calculée en équivalents toxiques totaux (TEQ). Il a aussi été montré que quelques congénères de PCB (ceux ayant une structure planaire de type dioxine) ont des effets sur le récepteur Ah et un TEF leur a donc été attribué, pour les associer aux dioxines dans le calcul de la TEQ total dans un échantillon.

Carbamate d'éthyle

Référence au JECFA: 64 (2005)
 Indication toxicologique: (Estimations des doses ingérées: dans les aliments (=moyenne) 15 ng/kg de poids corporel/jour; dans les aliments et les boissons alcoolisées (=élevée) 80 ng/kg de poids corporel/jour
 Marge d'exposition: cancer (BMDL 0,3 mg/kg de poids corporel/jour), dose moyenne 20 000, dose élevée 3 800.)
 Synonymes: Uréthane; abréviation, CE

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour le	Codex	Remarques CCFAC	pour le
------	----------------	----------------	------	-------	-------------------------------	-----------	-------------------------------------	---------	-------	-----------------	---------

Aucune
LM

Lors de l'examen du carbamate d'éthyle par le Comité en 1991, la DJA nationale danoise de 0,2 ug/kg de poids corporel a été signalée. L'ingestion d'une personne consommant certains des produits alimentaires les plus contaminés a été estimée à plus de 50% de cette DJA. Par conséquent, les mesures visant à réduire la formation de carbamate d'éthyle ont été considérées comme nécessaires. Aucun effet spécifique causé par l'éthyle carbamate sur la santé humaine et lié à l'exposition alimentaire n'a cependant été signalé.

Certains pays ont établi des limites indicatives pour le carbamate d'éthyle. Aucun problème commercial n'a cependant été signalé. À sa vingt-septième session (1995), le Comité a décidé qu'aucune autre mesure n'était nécessaire à date.

À sa soixante-quatrième session, le JECFA a évalué les estimations nationales des doses ingérées soumises au comité par le Danemark, la Suisse, les Etats-Unis (évaluations menées au début des années 90) et la Corée du Sud, l'Australie, la Nouvelle-Zélande (évaluations menées plus récemment). Le comité a observé que les mesures d'atténuation ont permis de réduire les concentrations résiduelles de carbamate d'éthyle, et que, par conséquent, les données plus anciennes publiées au début des années 90 et utilisées pour calculer les premières estimations d'ingestion de EC ne reflètent plus de façon précise l'ingestion actuelle liée aux boissons alcoolisées. Le comité a estimé la dose moyenne ingérée de carbamate d'éthyle dans les aliments à environ 15 ng/kg de poids corporel/jour – dans les aliments pertinents, y compris le pain, les produits laitiers fermentés et la sauce de soja; les boissons alcoolisées n'étaient pas incluses. En incluant les boissons alcoolisées l'estimation de la dose ingérée est de 80 ng/kg de poids corporel/jour. La forte consommation d'eaux de vie de fruits à noyaux pourrait entraîner une ingestion supérieure de carbamate d'éthyle.

À sa soixante-quatrième session, le JECFA a conclu que l'ingestion de carbamate d'éthyle pris dans les aliments à l'exception des boissons alcoolisées ne posait pas de risque majeur (marge d'exposition : 20 000). Cependant, la marge d'exposition relative à l'ingestion totale, aliments et boissons alcoolisées réunies (marge d'exposition: 3800), est préoccupante et par conséquent, les mesures d'atténuation visant à réduire les concentrations de carbamate d'éthyle dans certaines boissons alcoolisées doivent être poursuivies.

À sa trente-septième session (2005), le CCFAC a signalé que la question du carbamate d'éthyle était pertinente mais qu'elle ne faisait pas l'objet d'une haute priorité et qu'en raison de l'insuffisance des ressources, elle serait traitée ultérieurement. (ALINORM 05/28/12, para. 41)

Le carbamate d'éthyle se forme à partir de diverses substances dérivées des aliments et des boissons, dont le cyanure d'hydrogène, l'urée, la citrulline et autres composés N-carbamyl. Le cyanate est probablement le précurseur parfait, qui réagit avec l'éthanol pour former l'ester carbamate. Au cours des dernières années, des réductions majeures des concentrations de carbamate d'éthyle ont été réalisées par deux approches: d'abord, en réduisant la concentration des substances du précurseur principal dans les aliments et les boissons; ensuite, en réduisant la tendance de ces substances précurseurs à réagir pour former le cyanate, par exemple en protégeant de la lumière les boissons spiritueuses en bouteilles. Aussi, le diéthylpyrocarbonate, inhibiteur de fermentation, et l'azodicarbonamide, agent gonflant servant à sceller les joints, peuvent former le carbamate d'éthyle. Le diéthylpyrocarbonate a été révoqué par le JECFA à sa dix-septième réunion, et l'azodicarbonamide n'est pas recommandé pour les boissons alcoolisées en bouteilles.

Autres contaminants chimiques (les radionucléides exceptés)

Carbamate d'éthyle

Le carbamate d'éthyle est bien absorbé dans le tractus gastro-intestinal et est rapidement distribué dans tout le corps. L'élimination aussi est rapide, la majeure partie étant rejetée comme dioxyde de carbone, comme on l'a vu chez les souris. L'activité CYP2E1 est en grande partie responsable du métabolisme de l'éthyle carbamate en dioxyde de carbone. L'éthyle carbamate peut aussi subir une activation métabolique en époxyde carbamate de vinyle qui se lie par covalence aux acides nucléiques et aux protéines. Il peut aussi se transformer par hydrolyse en éthanol et en ammoniacque.

La toxicité orale aiguë de l'éthyle carbamate est faible; cependant, des doses élevées causent l'anesthésie chez les rats. Des effets sur les poumons, le foie, les reins, le cœur, la rate, les ganglions lymphatiques, le thymus, la moelle osseuse et les ovaires ont été observés suite à l'exposition chronique à l'éthyle carbamate étudiée chez les rats et les souris. Des études portant sur la reproduction ont montré des taux élevés de mortalité embryonnaire/fœtale et des malformations. L'éthyle carbamate est génotoxique et cancérigène. Des doses uniques, des dosages oraux à court terme et à long terme ont montré l'induction de tumeurs chez les espèces étudiées (dose repère BMDL de 0,3 mg/kg de poids corporel/jour. L'IARC a classé l'éthyle carbamate dans le groupe 2B, comme cancérigène possible pour l'homme (1974). Aucune donnée fiable n'est disponible pour l'homme.

Éthers de diphényles polybromés

Référence au JECFA: 64 (2005)
 Indication toxicologique: (Estimations de l'absorption: moyenne approximative de 4 ng/kg de poids corporel par jour
 Sur la base des données limitées sur la toxicité, à sa soixante-quatrième session, le JECFA a conclu qu'il semble y avoir une marge d'exposition importante pour un composé non génotoxique, ce qui, malgré l'insuffisance des données sur la toxicité et l'ingestion, est rassurant sur le fait que l'ingestion des PBDE ne pose probablement pas de risque significatif pour la santé.)

Synonymes: PBDE

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour	le	Codex CCFAC	Remarques	pour	le
Aucune LM													

En 1994, l'OMS a publié un document sur les PBDE dans sa série « Critères de l'hygiène de l'environnement ». Les analyses récentes des échantillons recueillis dans l'environnement et sur les humains au cours des 3 ou 4 dernières décennies ont montré des augmentations considérables des concentrations de PBDE. À sa trente-cinquième session, le Comité a demandé d'évaluer le potentiel des risques associés à la présence des PBDE dans les aliments.

A sa soixante-quatrième session, le JECFA a observé que les données disponibles sur les PBDE étaient insuffisantes pour attribuer une DJMTP ou une DHTP, parce que:

- les PBDE représentent un groupe complexe de substances chimiques apparentées et le modèle des congénères de PBDE dans les aliments n'est pas clairement défini par une préparation commerciale unique;
- les données sont insuffisantes pour établir un mécanisme commun d'action qui permettrait à un congénère unique d'être utilisé comme substitut pour l'exposition totale, sinon, comme base à l'établissement des facteurs d'équivalence toxique;
- il n'y a pas de base de données systématique sur la toxicité, y compris d'études à long terme sur les principaux congénères présents dans l'alimentation qui utilisent des protocoles de contrôle normalisés pouvant servir à définir la concentration sans effet observé des principaux PBDE individuels;
- plusieurs des effets signalés sont des conséquences biologiques pour lesquelles la signification toxicologique est mal connue;
- les études in vitro sur les congénères de PBDE purifiés ont montré une insuffisance de l'activation du récepteur Ah, cependant, un grand nombre des effets indésirables signalés sont similaires à ceux produits par les contaminants de type dioxine, ce qui laisse entendre que certaines données sur la toxicité pourraient être faussées par la présence de traces d'impuretés qui sont des agonistes du récepteur Ah puissants.

À sa soixante-quatrième session, le JECFA a reconnu la nature préliminaire des données concernant les concentrations de PBDE dans les aliments et dans le lait maternel et a estimé l'ingestion de la somme de tous les congénères de PBDE mesurés à environ 4 ng/kg de poids corporel par jour, alors que l'ingestion par les nourrissons allaités au lait maternel pourrait être de 100 ng/kg de poids corporel par jour. Il est peu probable que des effets indésirables des congénères de PBDE se produisent avec des doses inférieures à près de 100 µg/kg de poids corporel par jour.

Sur la base des données limitées sur la toxicité, à sa soixante-quatrième session, le JECFA a conclu qu'il semble y avoir une marge d'exposition importante pour ce composé non génotoxique, ce qui, malgré l'insuffisance des données sur la toxicité et l'ingestion, rassure sur le fait que l'ingestion des PBDE ne pose probablement pas de risque significatif pour la santé. Le Comité a considéré que la poursuite des études sur les PBDE à partir d'échantillons pris chez les humains, y compris le lait maternel, serait utile à l'évaluation des expositions totales aux PBDE dans les aliments et les autres sources possibles.

Autres contaminants chimiques (les radionucléides exceptés)

Éthers de diphényles polybromés

Les éthers de diphenyle polybromés (PBDE) sont des substances chimiques anthropiques qui sont ajoutées à une grande variété de produits de consommation/commerciaux (par ex., les plastiques, la mousse polyuréthane, les textiles) pour améliorer leur résistance au feu. En théorie, il est possible de créer 209 isomères de PBDE distincts, cependant, chaque préparation commerciale ne contient qu'un nombre limité de congénères de chaque groupe homologue. La production des PBDE concerne principalement trois préparations commerciales: l'oxyde de pentabromodiphényle ou éther pentaBDE, l'oxyde d'octabromodiphényle ou éther octaBDE et l'oxyde de décabromodiphényle ou éther décaBDE. Il existe une certaine variabilité dans la composition des produits selon les fabricants. La demande mondiale de PBDEs en 2001 a été estimée à près de 70 000 tonnes, le DecaBDE représentant près de 80% du marché total.

L'absorption de PBDE est directement liée au degré de bromation de l'éther de diphenyle parent; en règle générale, plus la substitution de brome est grande, plus la biodisponibilité diminue. Le métabolisme des PBDE consiste en réactions d'hydroxylation et de méthylation et, quand il s'agit des congénères à degré de bromation plus élevé, de débromation oxydative. L'excrétion fécale semble être la voie d'élimination principale, mais des différences existent entre les espèces. Les données concernant la demi-vie sont limitées, cependant, les valeurs préliminaires sont de 30 à 90 jours pour les congénères de substitution de tétra- à hexa-. Qui plus est, les données pharmacocinétiques sur les humains sont limitées, étant donné l'augmentation des concentrations de PBDE observées dans les tissus avec le temps, on en déduit l'absorption et la bioaccumulation des PBDE.

La toxicité aiguë des préparations de PBDE est faible chez les rats, mais on a cependant observé un accroissement de la mortalité, des effets sur le comportement neurologique, des changements de pathologie clinique, des inductions enzymatiques, des changements dans les concentrations hormonales. Dans les études à court terme, les principaux effets des préparations de PBDE ont été observés dans le foie (hypertrophie, « vers ronds », vacuolisation, nécrose), le rein (changements cytoplasmiques de dégénérescence hyaline) et la thyroïde (hyperplasie). L'embryon et le fœtus peuvent être plus sensibles aux PBDE que les animaux porteurs; l'exposition à l'octaBDE est responsable de l'incidence accrue des troubles de la croissance. Les résultats de la majorité des tests sur la génotoxicité ont indiqué que les préparations de PBDE et les congénères simples ne sont pas toxiques. La seule étude à long terme a porté sur le décaBDE chez les souris et les rats, cependant, les preuves de la cancérogénicité de décaBDE sont limitées. Les études disponibles faites sur les humains ne permettent pas d'évaluer si l'exposition aux PBDE a des effets indésirables sur la santé. Quelques données sur la toxicité peuvent être faussées par la présence de traces d'impuretés qui sont les agonistes du récepteur Ah (par ex., la dioxine).

Biphényles polychlorinés

Référence au JECFA:	35 (1989)
Indication toxicologique:	Non établie (pour les PCB coplanaires (PCB de type dioxine), voir l'indication toxicologique concernant les dioxines 3.08)
Synonymes:	Abréviations, PCB
Codes d'usage correspondants:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour le	Codex/Remarques CCFAC	pour le
Aucune										
LM										

Les PCB ont été examinés lors de la trente-cinquième session du JECFA (1989); il a été difficile de tirer des conclusions claires quant à la toxicité des PCB en tant que tels, en raison des impuretés comme les dioxines et autres composés apparentés (par ex., les PCDF) qui sont probablement présents dans le mélange de PCB utilisé dans les études sur les animaux. Le Comité a conclu que la concentration sans effet observé dans les études sur les singes était de 0,04 mg/kg de poids corporel. Par ailleurs, en raison de l'insuffisance des données et la nature mal définie des matériaux utilisés dans l'étude, aucune dose tolérable pour les humains n'a pu être définie. Une des complications provient du fait que les humains sont exposés aux mélanges de congénères filtrés biologiquement, qui sont relativement différents des mélanges de PCB industriels utilisés dans les études. Aucune monographie toxicologique n'a été préparée (voir cependant EHC 140).

Les principales denrées alimentaires dans lesquelles la contamination aux PCB peut être significative sont le poisson, le lait et les produits laitiers, la viande et les œufs. En raison de la bioaccumulation des PCB, les concentrations seront généralement plus élevées chez les animaux qui se trouvent en aval de la chaîne alimentaire, mais la pollution locale et la composition des aliments pour animaux peuvent avoir une influence majeure sur les concentrations dans les produits d'origine animale. Les humains dont la nourriture est riche en graisses animales risquent aussi d'accumuler des concentrations élevées de PCB, il s'en suit des concentrations élevées de PCB dans le lait maternel et dans les tissus adipeux humains. Le JECFA considère cependant que les bienfaits du lait maternel pour les nourrissons l'emportent sur tout risque potentiel lié aux PCB contenus dans le lait maternel. Le JECFA recommande que les concentrations de PCB dans les aliments soient surveillées, de préférence en quantifiant les congénères individuels les plus importants. Il y aurait lieu de mener des études sur la sécurité axée sur le potentiel toxicologique des congénères de PCB qui prédominent dans les aliments. Il est évident que compte tenu de la nature résistante des PCB et de la contamination environnementale continue, il est plus que jamais justifié de porter une attention particulière aux PCB. Le JECFA a souligné que l'objectif à long terme devrait être de réduire au minimum les PCB présents dans l'alimentation.

Les PCB sont apparentés à d'autres hydrocarbures chlorés comme les biphényles polybromés (PBB), les terphényles polychlorés (PCT), les tétrachlorobenzyltoluènes, et les dibenzodioxines et dibenzofurannes polychlorés. Les PCB coplanaires ont été inclus dans l'évaluation toxicologique des dioxines (voir la DMTP des dioxines 3.08), mais il ne faut pas oublier que les effets toxicologiques des PCB sont plus étendus que les effets liés à la dioxine. Le CCFAC a examiné les PCB de 1990 à 1994 sur les bases de CX/FAC 90/20-Add.1 et d'autres documents apparentés. Il a été observé que plusieurs pays ont établi des limites maximales pour les PCB dans les aliments, ce qui pourrait causer des problèmes dans les échanges commerciaux. Parmi ces pays, certains ont établi les limites maximales pour la somme de certains congénères de PCB spécifiques, ce qui est probablement la meilleure façon d'analyser et de rendre compte des PCB. Les congénères les plus importants pour l'analyse de la concentration globale des PCB dans les aliments sont généralement désignés par les numéros IUPAC suivants : 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180.

Le CCFAC a aussi reconnu que les mesures prises à la source sont critiques de la réduction de la contamination par les PCB. Le Comité est convenu en 1992 qu'il était prématuré d'établir des limites (maximales) pour ces contaminants à ce stade. Les débats qui ont suivi se sont concentrés sur les dioxines et sur les PCB apparentés aux dioxines.

Autres contaminants chimiques (les radionucléides exceptés)

Biphényles polychlorinés

Les PCB sont une classe d'hydrocarbures aromatiques chlorés stables (surtout avant les années 70) produits depuis 1930 et utilisés à grande échelle dans une large gamme d'applications industrielles. Une des utilisations principales toujours pratiquée concerne le fluide diélectrique et le transfert de chaleur. Malgré la cessation croissante des utilisations et les restrictions sur la production, des quantités importantes de PCB sont toujours présentes dans l'environnement, soit utilisés dans les systèmes industriels existants, soit présents dans les déchets, ou dispersés en tant que polluants persistants. Les PCB sont des mélanges de substances chimiques apparentées qui sont formés par la chloration du biphenyle. En théorie, il est possible de créer 209 congénères; dans la pratique, il est probable que près de 130 d'entre eux sont présents dans les produits commerciaux. D'autres produits apparentés sont aussi formés, comme les dibenzofurannes polychlorés (PCDF), présents dans les mélanges techniques de PCB. Parmi les appellations commerciales des mélanges techniques de PCB, il y a Aroclor, Clophen, Kanechlor. Les différents congénères dans les mélanges de PCB peuvent être désignés sous leur numéro IUPAC, et les différents mélanges industriels peuvent être désignés par leur composition exprimée en pourcentage relatif des congénères.

La dégradation des PCB dans l'environnement dépend du degré de chloration (les composés fortement chlorés sont généralement plus résistants à la dégradation photolytique, microbienne et métabolique animale) et de la position des atomes de chlore dans la molécule. Tous les congénères sont lipophiles et s'accumulent le long de la chaîne alimentaire.

Les PCB ont été évalués par l'IARC en 1978 et en 1987. L'IARC a conclu que les PCB sont cancérigènes pour les animaux de laboratoire et probablement cancérigènes pour l'homme (IARC, 1987). Une documentation détaillée sur les PCB est rassemblée dans EHC 140 (OMS, 1993).

Les congénères de PCB qui adoptent le plus facilement une configuration coplanaire (les PCB non ortho substitués, numéros 77, 126 et 169) sont des agonistes du récepteurs Ah puissants. Les PCB mono-ortho substitués sont moins puissants mais ils sont inclus avec un facteur TEQ d'activité de type dioxine (numéros 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167, 189). Quelquefois, PCB 81 et deux PCB di-ortho substitués (170 et 180) ont été inclus dans la discussion sur l'approche utilisant les facteurs d'équivalence toxique (TEF) appliquée aux dioxines en raison de leur capacité à produire les enzymes P4501A1 et leur prévalence et résistance dans l'environnement; ils n'ont cependant pas été inclus dans les recommandations de l'OMS sur l'approche TEF appliquée aux composés de type dioxine (1998). Les PCB ayant un TEF ne forment généralement qu'un faible pourcentage du total des PCB, mais ils sont pertinents en raison de leur toxicité spécifique, qui peut être une contribution importante à la quantité équivalente toxique (TEQ) totale des dioxines contenues dans un échantillon d'aliment et dans l'alimentation humaine.

Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Référence au JECFA: 64 (2005)
 Indication toxicologique: (Estimations des doses ingérées de benzo(a)pyrène comme marqueur des HAP: moyenne 4 ng/kg de poids corporel/jour; élevée 10 ng/kg de poids corporel/jour
 Marge d'exposition: Cancer (BMDL du benzo(a)pyrène comme marqueur des mélanges de HAP 100 000 ng/kg de poids corporel/jour), dose moyenne 25 000; dose élevée 10 000.)
 Synonymes: HAP

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour le	Codex CCFAC	Remarques	pour le
Aucune LM											

À sa trente-septième session, le JECFA a évalué le benzo(a)pyrène et a reconnu qu'il était membre d'une famille de HAP qui devrait faire l'objet d'une catégorie. La cancérogénicité a été relevée comme effet toxicologique le plus significatif et il a été observé que l'estimation de l'ingestion journalière moyenne de benzo(a)pyrène par les humains était d'environ quatre ordres de magnitude inférieurs à celle signalée sans effet sur l'incidence des tumeurs chez les rats. Cependant, le comité n'a pas pu établir la dose tolérable pour le benzo(a)pyrène à partir des données disponibles.

À sa soixante-quatrième session, le JECFA a évalué 33 composés. Certains ont été déclarés catégoriquement toxiques et cancérogènes: le (benz(a)anthracène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(j)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(a)pyrène, le chrysène, le dibenz(a,h)anthracène, le dibenzo(a,e)pyrène, le dibenzo(a,h)pyrène, le dibenzo(a,l)pyrène, le dibenzo(a,i)pyrène, l'indéno(1,2,3-cd)pyrène, le 5-méthylchrysène), tandis que les autres ne l'étaient pas. Il n'y a pas ou peu de preuves de la toxicité reproductive des HAP individuels, autre que le benzo(a)pyrène, qui a engendré une déficience de la fertilité chez les souris femelles. La toxicité développementale après administration orale a été signalée pour le benz(a)anthracène, le benzo(a)pyrène, le dibenz(a,h)anthracène et le naphthalène. Il n'a pas été établi de concentration sans effet observé relative à la toxicité reproductive. Par administration parentérale, il a été montré que les HAP produisent des effets immunosuppresseurs, probablement par le biais du récepteur Ah. La concentration sans effet observé relative aux effets immunosuppresseurs de benzo(a)pyrène était de 3 mg/kg de poids corporel par jour. Aucune information fiable n'est disponible sur les humains.

Pour évaluer la toxicité combinée des HAP, à sa soixante-quatrième session, le JECFA a décidé d'utiliser une approche de substitution, en utilisant le benzo(a)pyrène comme marqueur de l'exposition à 13 HAP génotoxiques et cancérogènes et de leurs effets. Une dose repère BMDL équivalente à 0,1 mg de benzo(a)pyrène/kg de poids corporel par jour a été calculée sur la base des mélanges de HAP présents dans les aliments. Le comité a conclu qu'une dose représentative moyenne de benzo(a)pyrène de 0,004 µg/kg de poids corporel par jour et une dose de haut niveau de 0,01 µg/kg de poids corporel par jour pourrait être utilisée dans l'évaluation. La comparaison entre ces doses moyenne et celles de haut niveau avec la BMDL indique des marges d'exposition respectives de 25 000 et 10 000. Compte tenu de ces marges d'exposition, le comité a conclu que les doses estimées de HAP présentaient un risque négligeable pour la santé humaine. Parmi les mesures visant à réduire l'ingestion des HAP, il y a lieu d'éviter de mettre les aliments au contact des flammes, et de les cuire avec la source de chaleur placée au-dessus plutôt qu'au dessous des aliments. Des efforts sont nécessaires pour réduire la contamination par les HAP lors des processus de séchage et de fumage en remplaçant la fumée directe (quand la fumée sort d'une chambre de fumage, dans les fumeries traditionnelles) par la fumée indirecte. Le lavage ou l'épluchage des fruits et des légumes avant la consommation permet d'éliminer les contaminants présents en surface.

Recommandations du JECFA à sa soixante-quatrième session:

- Le suivi futur devrait inclure, sans s'y limiter, l'analyse des 13 HAP identifiés comme étant génotoxiques et cancérogènes.

Autres contaminants chimiques (les radionucléides exceptés)

Hydrocarbures aromatiques polycycliques

À sa trente-septième session (2005), le CCFAC est convenu de réviser le document de travail en accordant une attention particulière à l'évaluation effectuée par le JECFA lors de sa soixante-quatrième réunion (ALINORM 05/28/12 para.199). À sa trente-huitième session (2006), le CCFAC est convenu de l'élaboration d'un code d'usage pour la réduction de la contamination des aliments par les HAP et de limiter son champ d'application aux procédés de fumage et de séchage direct (ALINORM 06/29/12 para.187). Un projet de code d'usage initial sera examiné à la première session du CCCF.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont une grande catégorie de composés organiques qui contiennent deux ou plus anneaux aromatiques condensés. La contamination des aliments s'effectue par deux voies différentes: d'abord, par les HAP environnementaux, présents dans l'air, le sol et l'eau; ensuite, par les HAP formés au cours de la transformation (séchage, fumage) ou la cuisson (grillade, rôtissage, friture) des aliments.

L'absorption des HAP alimentaires est déterminée par la taille et la lipophilie de la molécule et la teneur en lipides de l'aliment. Les HAP sont métabolisés par l'oxydation des anneaux aromatiques, suivie de la formation de conjugués au glutathion, au glucuronide et aux sulfates. L'oxydation engendre des métabolites électrophiles qui se lient par covalence aux acides nucléiques et aux protéines. Quelques HAP et métabolites de HAP se lient au récepteur d'hydrocarbure aryle (Ah), entraînant la surrégulation des enzymes impliquées dans le métabolisme.

Les principaux aliments contenant des concentrations élevées de HAP sont les produits à base de viande et de poisson, notamment les produits grillés, grill ordinaire ou au charbon de bois, les huiles et les graisses, les céréales et les produits secs.

Chlorure de vinyle monomère

Référence au JECFA: 28 (1984)
 Indication toxicologique: Acceptation provisoire (1984, l'utilisation de matériaux pour contact alimentaire desquels migre le chlorure de vinyle est provisoirement acceptée, sous réserve de réduire la quantité de substance migrant dans les aliments à la concentration technologiquement la plus faible)
 Définition du résidu: Chlorure de vinyle monomère
 Synonymes: Monochloroéthène, chloroéthylène; abréviation VC ou VCM

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf to CC	Remarques/observations Alimentarius	pour le	Codex	Remarques CCFAC	pour le
	Aliment	0,01	LI	Adoptée	1991	FAC	La limite indicative pour les matériaux d'emballage alimentaire est de 1,0 mg/kg.				

La migration de substances éventuellement nocives des matériaux pour contact alimentaire a fait l'objet de discussions dans les réunions du CCFA/CCFAC dans les années 1986 à 1991.

Les limites indicatives pour le chlorure de vinyle monomère et l'acrylonitrile dans les aliments et les matériaux d'emballage ont été adoptées par la Commission à sa dix-neuvième session (1991) étant entendu que l'AOAC et ISO élaborerait des plans d'échantillonnage et des méthodes d'analyse.

Le chlorure de vinyle monomère est la substance principale à partir de laquelle sont fabriqués les polymères, utilisés comme résines, comme matériaux d'emballage pour les aliments. Le chlorure de vinyle n'existe pas à l'état naturel. Des résidus de VCM peuvent être présents dans le polymère. Le chlorure de vinyle est considéré par l'IARC comme cancérigène humain (comme l'ont montré les situations d'exposition professionnelle). IARC Vol. 19, 377-438 (1979)

Radionucléides

²³⁸Pu, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu, ²⁴¹Am

Définition du résidu: ²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴¹ Am								
Code	Aliment/produit	Limite (Bq/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf au CC	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Aliments autres qu'aliments pour nourrissons	10	GL	Adoptée	2006	FAC		
	Aliments pour nourrissons	1	GL	Adoptée	2006	FAC	Lorsque destiné à l'emploi en tant que tel.	

Voir Tableau I

Radionucléides

⁹⁰Sr, ¹⁰⁶Ru, ¹²⁹I, ¹³¹I, ²³⁵U

Définition du résidu : ⁹⁰ Sr, ¹⁰⁶ Ru, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ²³⁵ U								
Code	Aliment/produit	Limite (Bq/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf au CC	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Aliments autres qu'aliments pour nourrissons	100	GL	Adoptée	2006	FAC		
	Aliments pour nourrissons	100	GL	Adoptée	2006	FAC	Lorsque destiné à l'emploi en tant que tel.	

Voir Tableau I

Radionucléides

³⁵S, ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ¹⁰³Ru, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁴Ce, ¹⁹²Ir

Définition du résidu : ³⁵S, ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ¹⁰³Ru, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁴Ce, ¹⁹²Ir; ³⁵S représente la valeur pour le soufre combiné organique".

Code	Aliment/produit	Limite (Bq/kg)	Type	Etape	Référence ou Année d'adoption	Réf au CC	Notes/Remarques à l'attention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Aliments autres qu'aliments pour nourrissons	1000	GL	Adoptée	2006	FAC		
	Aliments pour nourrissons	1000	GL	Adoptée	2006	FAC	Lorsque destiné à l'emploi en tant que tel	

Voir tableau I

Radionucléides

³H, ¹⁴C, ⁹⁹Tc

Définition du résidu: ³H, ¹⁴C, ⁹⁹Tc; ³H représente la valeur pour le soufre combiné organique".

Code	Aliment/produit	Limite (Bq/kg)	Type	Étape	Référence ou année d'adoption	Réf au CC	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius	Notes à l'intention du CCFAC
	Aliments autres qu'aliments pour nourrissons	10000	GL	Adoptée	2006	FAC		
	Aliments pour nourrissons	1000	GL	Adoptée	2006	FAC	Lorsque destiné à l'emploi tel quel.	

Voir Tableau I

Facteurs de qualité**Cuivre**

Référence au JECFA: 10 (1966), 14 (1970), 26 (1982)
 Indication toxicologique DHTP 0,05-0,5 mg/kg de poids corporel (1982)
 Définition du résidu: Cuivre, total
 Synonymes: Cu

Code	Aliment/produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence année d'adoption	ou Réf au CC	Remarques/observations à l'intention du Codex	à l'intention du CC	Remarques à l'intention du CC
	Graisses et huiles comestibles, raffinés (qui ne relèvent pas d'autres normes)	0.1	LM	Adoptée	CS 19-1981	FO	Graisses et huiles comestibles ne relevant pas d'autres normes. Cette limite maximale tient lieu de caractéristique de qualité, pour une application volontaire par les partenaires commerciaux et non par les gouvernements.		
	Graisses et huiles comestibles, vierges et pressées à froid (qui ne relèvent pas d'autres normes)	0.4	LM	Adoptée	CS 19-1981,	FO	Cette limite maximale tient lieu de caractéristique de qualité, pour une application volontaire par les partenaires commerciaux et non par les gouvernements.		
	Margarine	0.1	LM	Adoptée	CS 32-1981	FO			
	Minarine	0.1	LM	Adoptée	CS 135-1981	FO			
	Graisses animales portant un nom spécifique	0.4	LM	Adoptée	CS 211-1999	FO	Le lard, le porc fondu, le premier jus et le suif comestible. Cette limite maximale tient lieu de caractéristique de qualité, pour une application volontaire par les partenaires commerciaux et non par les gouvernements.		1)
OC 0172	Huiles végétales, brutes	0.4	LM	Adoptée	CS 210-1999	FO	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme		
OR 0172	Huiles végétales comestibles	0.1	LM	Adoptée	CS 210-1999	FO	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme		
	Eaux minérales naturelles	1 mg/l	LM	Adoptée	CS 108-1981	NMW			

1) Les normes révisées pour les huiles et les graisses contiennent la formulation suivante pour les limites maximales des contaminants mentionnés: "les produits couverts par les dispositions de cette norme s'appliqueront aux limites maximales établies par le CAC mais dans l'intérêt les limites suivantes seront appliquées."

Facteurs de qualité**Fer**

Référence au JECFA: 27 (1983)

Indication toxicologique: DHTP 0,8 mg/kg de poids corporel(1983, DHTP de groupe, s'applique au fer de toutes provenances, exceptés les oxydes de fer utilisés comme colorant, le supplément de fer pris pendant la grossesse et la lactation, et le supplément de fer pris pour des besoins cliniques spécifiques)

Définition du résidu: Fer, total

Synonymes: Fe

Code	Denrée/Produit	Limite mg/kg	Type	Étape	Référence	Réf au CC	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius	Remarques à l'intention du CCFAC
	Graisses et huiles comestibles, raffinés (qui ne relèvent pas d'autres normes)	2.5	LM	Adoptée	CS 19-1981	FO	Cette limite maximale tient lieu de caractéristique de qualité, pour une application volontaire par les partenaires commerciaux et non par les gouvernements.	
	Graisses et huiles comestibles, vierges ou pressées à froid	5	LM	Adoptée	CS 19-1981	FO	Cette limite maximale tient lieu de caractéristique de qualité, pour une application volontaire par les partenaires commerciaux et non par les gouvernements.	
	Margarine	1.5	LM	Adoptée	CS 32-1981	FO		
	Minarine	1.5	LM	Adoptée	CS 135-1981	FO		
OC 0172	Huiles végétales, brutes	5	LM	Adoptée	CS 210-1999	FO	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme.	
OR 0172	Huiles végétales, comestibles	2.5	LM	Adoptée	CS 210-1999	FO	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme.	

Facteurs de qualité**Zinc**

Référence to JECFA: 10 (1966), 26 (1982)
 Indication toxicologique: DHTP 0.3-1 mg/kg de poids corporel (1982)
 Définition du résidu: Zinc, total
 Synonymes: Zn

1.18 Zinc

Référence to JECFA: 10 (1966), 26 (1982)
 Indication toxicologique: DHTP 0.3-1 mg/kg de poids corporel (1982)
 Définition du résidu: Zinc, total
 Synonymes: Zn

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Étape	Référence	Réf au CC	Remarques/observations Alimentarius	à l'intention du Codex	Remarques à l'intention du CCFAC
------------------------	-----	-----------------	---------	------	-------	-----------	-----------	----------------------------------------	---------------------------	----------------------------------------

Aucune LM

Le zinc est un élément d'origine naturel parfois rencontré sous sa forme métallique, mais généralement sous la forme de sels insolubles ou solubles. Il est généralement toujours présent en petites quantités dans le sol et dans les tissus végétaux et animaux. Le zinc est un élément essentiel, mais il est possible d'atteindre des concentrations toxiques dans la contamination environnementale ou dans des conditions spéciales liées à l'utilisation des composés du zinc.

Les limites maximales pour le zinc ne devraient pas être considérées comme limites maximales de contaminants dans le contexte des activités du CCFAC. Les limites maximales doivent par conséquent être qualifiées de caractéristiques de qualité. Par contre, cette notion n'a pas été encore exprimée dans toutes les normes de produits pertinentes dans lesquelles des limites maximales pour le zinc ont été établies.

**TABLEAU 1 – LIMITES MAXIMALES ET INDICATIVES POUR LES CONTAMINANTS
ET LES TOXINES PRESENTS DANS LES DENREES ALIMENTAIRES**

INDEX DES CONTAMINANTS DANS L'ORDRE ALPHABETIQUE

NOM	PAGE
Métaux	
Arsenic	60
Cadmium	62
Plomb	64
Mercur	68
Méthylmercure	69
Etain	70
Mycotoxines	
Aflatoxines Totales	72
Aflatoxine M ₁	80
Patuline	81
Contaminants chimiques (à l'exception des radionucléides)	
Acrylonitrile	82
Chlorure de vinyle monomère	83
Radionucléides	84

NOTES EXPLICATIVES

Référence au JECFA :	Références à la réunion du JECFA qui a examiné le contaminant et l'année de la réunion.
Indication toxicologique:	Avis toxicologique concernant la valeur de l'apport tolérable du contaminant pour l'être humain, exprimé en milligrammes (mg) par kg de poids corporel. L'année des recommandations et des explications supplémentaires sont incluses.
Définition du résidu :	Définition du contaminant sous la forme à laquelle la limite maximale s'applique ou qui pourrait ou devrait être analysé dans les aliments.
Synonymes:	Symboles, synonymes abrégés, descriptions scientifiques et codes d'identification utilisés pour définir le contaminant.
Code d'usage correspondant :	Nom de tout code(s) d'usages rattaché au contaminant et son (leur) numéro(s) de référence.
Code des produits alimentaires:	Le code des produits alimentaires relève du système de catégorisation des aliments contenu à l'annexe IV de la Norme générale Codex pour les contaminants et les toxines (NGCTA) ou de classification Codex des produits d'alimentation humaine et animale contenue dans le volume 2 du Codex Alimentarius. Le système de catégorisation des produits d'alimentation humaine et animale précise également la partie de l'aliment qui doit être analysée et à laquelle s'applique la limite maximale, à moins qu'une définition précise de l'aliment ne soit fournie en annexe aux limites maximales. En ce qui concerne les limites maximales figurant dans les normes de produits du Codex, le numéro des normes correspondantes est indiqué, si les numéros de code ne sont pas faciles à obtenir pour ces produits.
Type :	Le type indique s'il s'agit de la valeur de la limite maximale Codex (LM) ou de

	la limite indicative Codex (GL). Voir également les définitions de ces termes dans le préambule de la Norme générale Codex pour les contaminants et les toxines dans les denrées alimentaires.
Référence ou année d'adoption :	Numéro de référence de la norme de produit dans laquelle la limite maximale est établie ou l'année d'adoption de la limite maximale suivant la recommandation du Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les Contaminants (jusqu'à 2006).

Qualification des limites maximales (LM)

C :	Pour les produits en conserve uniquement
-----	------------------------------------------

Définitions de quelques termes toxicologiques

DJMTP	<i>(Dose journalière maximale tolérable provisoire)</i> Sa valeur représente l'exposition humaine admise suite à la contamination naturelle des aliments et de l'eau potable par la substance. Pour les micros constituants qui sont à la fois des nutriments essentiels et des constituants involontaires, une fourchette est donnée, dont la valeur inférieure représente le niveau d'essentialité et la valeur supérieure la DJMTP.
DHTP:	Le seuil utilisé pour les contaminants alimentaires comme les métaux lourds dont les propriétés sont cumulatives. Sa valeur représente l'exposition hebdomadaire admise à ces contaminants pour l'homme, involontairement associée à la consommation d'aliments autrement sains et nutritifs.
DMTP :	Le seuil utilisé pour un contaminant alimentaire dont les propriétés cumulatives ont une demi-vie de longue durée dans le corps humain. Sa valeur représente l'exposition mensuelle à un contaminant admise pour l'homme, involontairement associée à des aliments autrement sains et nutritifs.

Arsenic

Référence du JECFA:	5 (1960), 10 (1967), 27 (1983), 33 (1988)
Indication toxicologique:	DHTP: 0,015 mg/kg du poids corporel (1988, pour l'arsenic inorganique)
Définition du résidu:	Arsenic: total, sauf indication contraire; arsenic inorganique ; ou autre spécification
Synonymes:	As
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Graisses et huiles comestibles	0.1	ML	CS 19-1981	Graisse et huiles comestibles qui ne relèvent pas d'une norme
	Margarine	0.1	ML	CS 32-1981	
	Minarine	0.1	ML	CS 135-1981	
	Graisses animales portent un nom spécifique	0.1	ML	CS 211-1999	.Lard, graisse de porc fondue, premier jus et suif comestible
OR 0305	Huile d'olive, raffinée	0.1	ML	CS 33-1981	
OC 0305	Huile d'olive, vierge	0.1	ML	CS 33-1981	
OR 5330	Huile d'olive, de grignon	0.1	ML	CS 33-1981	Huile de grignon
OC 0172	Huiles végétales brutes	0.1	ML	CS 210-1999	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et supéroleine de palme.
OR 0172	Huiles végétales comestibles	0.1	ML	CS 210-1999	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et supéroleine de palme.
	Eau minérale naturelle	0.01	ML	CS 108-1981	Exprimée en mg/l d'arsenic total
	Sel de qualité alimentaire	0.5	ML	CS 150-1985	

L'arsenic est un élément métalloïde généralement présent sous forme de minéraux dans la croûte terrestre et qui est plus facilement rencontré dans les sources naturelles liées à l'activité volcanique et à l'érosion des minéraux, et par l'activité anthropique créatrice d'émissions dans l'environnement, comme la fusion du minerai, la brûlure du charbon et les utilisations spéciales, telles les agents conservateurs du bois à base d'arsenic, les pesticides ou les médicaments pour usage humain ou vétérinaire. Suite aux processus métaboliques qui ont lieu naturellement dans la biosphère, l'arsenic existe en nombreuses formes chimiques organiques ou inorganiques dans les aliments (espèces). Dans l'environnement marin notamment, l'arsenic est souvent présent en concentrations élevées sous formes organiques, jusqu'à 50mg/kg, sur la base du poids humide, dans certains poissons et fruits de mer dont les algues, le poisson, les coquillages et les crustacés. En eau douce et en milieu terrestre, l'arsenic est normalement présent en concentrations plus faibles (généralement 1-20 ug/kg) dans les plantes cultivées et le bétail. Des concentrations plus élevées peuvent exister dans le riz, les champignons et parfois dans la volaille nourrie avec du poisson contenant de l'arsenic. La concentration d'arsenic dans l'eau potable est un sujet de préoccupation dans un grand nombre de pays; des concentrations supérieures à 200 mg/kg ont été signalées, pouvant avoir des effets indésirables sur la santé des consommateurs. Les formes d'arsenic les plus toxiques sont les composés d'arsenic inorganique (III) et (V); le trioxyde d'arsenic inorganique, très connu comme raticide, a parfois été utilisé comme homicide. Les formes méthylées de l'arsenic ont une toxicité aiguë faible; l'arsénobétaïne qui est la principale forme d'arsenic présent dans le poisson et les crustacés est considérée comme non-toxique. Dans les coquillages, les mollusques et les algues, on observe la présence des dérivés diméthyl-arsinylribosides (« arsenosucre »), dont la toxicité possible n'est pas très bien connue. Seul un faible pourcentage de l'arsenic

Arsenic

total présent dans le poisson est de forme inorganique, qui est la seule forme pour laquelle une DHTP a été élaborée par le JECFA. Les données épidémiologiques humaines utilisées pour l'évaluation du risque sont basées sur l'exposition à l'arsenic inorganique contenu dans l'eau potable. L'IARC a classifié l'arsenic inorganique comme cancérogène humain, et le risque à vie lié au cancer de la peau provoqué par l'arsenic contenu dans l'eau potable à une concentration égale ou supérieure à la limite indicative de l'OMS pour l'arsenic présent dans l'eau potable est estimé à 6×10^{-4} .

Jusqu'à maintenant, il a été difficile de réaliser l'analyse de l'arsenic total contenu dans les aliments, quant à l'exactitude et la précision. En outre, des données différenciées concernant l'arsenic sont grandement nécessaires en raison des différences considérables de la toxicité pour les humains des diverses formes d'arsenic.

L'apport total d'arsenic dans le régime alimentaire humain est généralement dominé par l'arsenic organique provenant des fruits de mer et du poisson. Les données disponibles sur l'exposition humaine à l'arsenic inorganique (souvent basée sur l'hypothèse que les denrées autres que le poisson et les fruits de mer ne contiennent que de l'arsenic inorganique) laissent entendre que la DHTP ne sera généralement pas dépassée, à moins d'une forte contribution en provenance de l'eau potable. La recherche doit se poursuivre sur le devenir des substances arsenicales organiques et la possibilité qu'elles puissent se convertir en formes arsenicales inorganiques, soit par la transformation ou par métabolisme chez les animaux ou chez les humains.

Tableau I
Métaux

Cadmium

Référence au JECFA: 16 (1972), 33 (1988), 41 (1993), 55 (2000), 61 (2003), 64 (2005)
 Indication toxicologique: DHTP: 0,007 mg/kg de poids corporel (1988 (maintenue in 2000 & 2003)).
 Définition du résidu: Cadmium, total
 Synonymes: Cd
 Code d'usage correspondant: Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/Produit	Limite mg/kg	Type	Référence ou Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
				année d'adoption
VB 0040	Légumes brassica	0,05	LM	CS 248-2005
VA 0035	Légumes bulbes	0,05	LM	CS 248-2005
VC 0045	Légumes fruits, cucurbitacées	0,05	LM	CS 248-2005
VO 0050	Légumes fruits autres que les cucurbitacées	0,05	LM	CS 248-2005 Tomates et champignons comestibles exceptés
VL 0053	Légumes feuilles	0,2	LM	CS 248-2005
VP 0060	Légumineuses	0,1	LM	2001
VR 0589	Pommes de terre	0,1	LM	CS 248-2005 Pelées
VD 0070	Légumes secs	0,1	LM	2001 Soja (sec) excepté
VR 0075	Légumes-racines tubercules	0,1	LM	CS 248-2005 Pommes de terre et céleri rave exceptés
VS 0078	Légumes-tiges	0,1	LM	CS 248-2005
GC 0081	Céréales à l'exception du sarrasin, du chénopode et du quinoa	0,1	LM	2001 Blé et riz exceptés, son et germe compris
CM 1205	Riz, poli	0,4	LM	
GC 0654	Blé	0,2	LM	CS 248-2005
IM 0152	Céphalopodes	1	LM	2006 Sans les viscères
IM 0151	Mollusques bivalves marins	1	LM	2006 Huîtres et coquilles Saint-Jacques exceptées
	Eaux minérales naturelles	0.003	LM	CS 108-1981 Exprimée en mg/l
	Sel de qualité alimentaire	0.5	LM	CS 150-1985

Le cadmium est un élément relativement rare, émis dans l'air, la terre et l'eau par l'activité humaine. D'une façon générale, les deux sources principales de contamination au cadmium sont la production et l'utilisation de cadmium et l'élimination des déchets contenant du cadmium. L'augmentation de la teneur en cadmium dans le sol entraîne une augmentation de l'ingestion de cadmium par les plantes; la voie de l'exposition humaine à partir des cultures agricoles est donc liée à l'augmentation du cadmium contenu dans le sol. L'ingestion de cadmium par les plantes dans le sol est plus élevée quand le pH du sol est bas. Les organismes alimentaires libres comestibles comme les coquillages, les crustacés, et les

Cadmium

champignons sont des accumulateurs naturels de cadmium. De même que chez les humains, il y a des quantités accrues de cadmium dans le foie et les reins des chevaux et de quelques autres animaux fériaux terrestres. Une consommation régulière de ces produits contribue à augmenter l'exposition. Le tabac est une source importante d'ingestion de cadmium chez les fumeurs. (Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1992)

Les données recueillies auprès des animaux de laboratoire et des humains montrent que l'ingestion pulmonaire est plus élevée que l'ingestion gastro-intestinale. L'ingestion gastro-intestinale de cadmium dépend du type de régime alimentaire et de l'état nutritionnel. Le cadmium absorbé par les poumons ou par le tractus gastro-intestinal s'accumule principalement dans le foie et dans les reins. Bien que le cadmium s'accumule dans le placenta, le transfert au fœtus est faible. L'excrétion est généralement lente, et la demi-vie biologique est très longue (décennies). L'alliance du cadmium intercellulaire à la métallothionéine des tissus protège contre la toxicité du cadmium. L'excrétion est généralement produite par voie urinaire. (Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1992).

Le rein est considéré comme l'organe cible critique dans l'ensemble de la population ainsi que dans les populations exposées professionnellement. L'accumulation de cadmium dans le rein conduit à un dysfonctionnement rénal. La maladie respiratoire obstructive chronique est associée à l'exposition professionnelle élevée à long terme par inhalation. (Critères d'hygiène de l'environnement pour le cadmium; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1992).

L'IARC a classifié le cadmium et les composés du cadmium dans le groupe 1 des cancérogènes humains (1993).

Tableau I
Métaux

Plomb

Référence au JECFA: 10 (1966), 16 (1972), 22 (1978), 30 (1986), 41 (1993), 53 (1999)
 Indication toxicologique: DHTP: 0,025 mg/kg de poids corporel (1986, maintenue en 1993 & 1999)
 Définition du résidu: Plomb, total
 Synonymes: Pb
 Codes d'usage correspondants: Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des denrées alimentaires par le plomb (CAC/RCP 56-2004)
 Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Aliment/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
FT 0026	Fruits (sub)tropicaux, pelure comestible	0.1	LM	2001	
FI 0030	Fruits (sub)tropicaux, pelure non comestible	0.1	LM	2001	
FB 0018	Baies et autres petits fruits	0.2	LM	2001	
FC 0001	Agrumes	0.1	LM	2001	
FP 0009	Fruits à pépins	0.1	LM	2001	
FS 0012	Fruits à noyaux	0.1	LM	2001	
VB 0040	Légumes brassica	0.3	LM	2001	Chou frisé excepté
VA 0035	Légumes bulbes	0.1	LM	2001	
VC 0045	Légumes fruits, cucurbitacées	0.1	LM	2001	
VO 0050	Légumes fruits, autres que les cucurbitacées	0.1	LM	2001	Champignons exceptés
VL 0053	Légumes feuilles	0.3	LM	2001	Légumes brassica feuilles compris, épinards non compris.
VP 0060	Légumineuses	0.2	LM	2001	
VD 0070	Légumes secs	0.2	LM	2001	
VR 0075	Légumes racines et tubercules	0.1	LM	2001	Pommes de terre pelées comprises
	Cocktail de fruits en conserve	1	LM	CS 78-1981	
	Pamplemousses en conserve	1	LM	CS 15-1981	
	Mandarines en conserve	1	LM	CS 68-1981	
	Mangues en conserve	1	LM	CS 159-1987	
	Ananas en conserve	1	LM	CS 42-1981	
	Framboises en conserve	1	LM	CS 60-1981	
	Fraises en conserve	1	LM	CS 62-1981	
	Macédoine de fruits tropicaux	1	LM	CS 99-1981	

Tableau I
Métaux

Plomb

Code	Aliment/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	en conserve				
	Confitures de fruits et gelées	1	LM	CS 79-1981	
	Chutney de mangue	1	LM	CS 160-1987	
	Olives de table	1	LM	CS 66-1981	
	Asperge en boîte	1	LM	CS 56-1981	
	Carottes en boîte	1	LM	CS 116-1981	
	Haricots verts et haricots beurre en conserve	1	LM	CS 16-1981	
	Petits pois en boîte	1	LM	CS 58-1981	
	Petits pois secs trempés en conserve	1	LM	CS 81-1981	
	Champignons en boîte	1	LM	CS 55-1981	
	Cœurs de palmier en conserve	1	LM	CS 144-1985	
	Maïs sucré en boîte	1	LM	CS 18-1981	
	Tomates en conserve	1	LM	CS 13-1981	
	Concombres (cornichons) marinés	1	LM	CS 115-1981	
	Concentrés de tomates traités	1.5	LM	CS 57-1981	
JF 0175	Jus de fruits	0.05	LM		Nectars compris; prêts à consommer
GC 0081	Céréales, à l'exception du sarrasin, du chénopode et du quinoa	0.2	LM	2001	
	Châtaignes et purée de châtaignes en conserve	1	LM	CS 145-1985	
MM 0097	Viande de bovins, porcins et ovins	0.1	LM	2001	S'applique aussi à la graisse de viande
PM 0110	Viande de volaille	0.1	LM	2001	
MO 0812	Bovins, abats comestibles	0.5	LM	2001	
MO 0818	Porcins, abats comestibles	0.5	LM	2001	
PO 0111	Volaille, abats comestibles	0.5	LM	2001	
	Poisson	0.3	LM	2006	
	Graisses et huiles	0.1	LM	CS 19-1981,	Graisse et huiles qui ne relèvent pas d'une norme individuelle

Plomb

Code	Aliment/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	comestibles				
	Margarine	0.1	LM	CS 32-1981	
	Minarine	0.1	LM	CS 135-1981	
	Graisse animale désignée	0.1	LM	CS 211-1999	Lard, graisse de porc fondue, premier jus et suif comestible.
OR 0305	Huile d'olive, raffinée	0.1	LM	CS 33-1981	
OC 0305	Huile d'olive, vierge	0.1	LM	CS 33-1981	
OR 5330	Huile d'olive, de grignon	0.1	LM	CS 33-1981	Huile de grignons
PF 0111	Graisses de volaille	0.1	LM	2001	
OC 0172	Huiles végétales, brutes	0.1	LM	CS 210-1999, 2001	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme.
OR 0172	Huiles végétales comestibles	0.1	LM	CS 210-1999, 2001	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme.
LM 0106	Laits	0.02	LM	2001	Un facteur de concentration s'applique aux laits partiellement ou entièrement déshydratés.
LS	Produits laitiers secondaires	0.02	LM	2001	Tels consommés
	Eaux minérales naturelles	0.01	LM	CS 108-1981	Exprimée en mg/l
	Préparation pour nourrisson	0.02	LM	2001	Prêts à utiliser
	Sel de qualité alimentaire	2	LM	CS 150-1985	
FF	Vin	0.2	LM	2001	

L'exposition au plomb peut provenir de nombreuses sources mais en général découle d'un emploi industriel. Le plomb et ses composés peuvent pénétrer dans l'environnement durant l'exploitation minière, la fusion, la transformation, l'emploi, le recyclage ou l'élimination. Les principaux emplois du plomb sont dans les piles, les câbles, les pigments, la plomberie, l'essence, la soudure et les produits en acier, conditionnement de l'aliment, les objets en verre, les produits en céramique et les pesticides. L'exposition principale de la population adulte non fumeur provient de l'alimentation et de l'eau. La teneur de l'air en plomb peut contribuer de façon significative à l'exposition, dépendant de l'emploi de facteurs tels que l'emploi du tabac, l'occupation, et la proximité à des sources telles que les autoroutes et les fours à fusion à plomb. L'alimentation, l'air, l'eau et la poussière ou le sol sont les sources potentielles principales d'exposition des nourrissons et des jeunes enfants (OMS Food Additives Séries 44, 2000 avec une référence aux Critères d'hygiène de l'environnement pour le plomb inorganique, Programme International sur la sécurité des substances chimiques (IPCS), 1995).

Le taux d'absorption du plomb après ingestion peut varier de 3% à 80%. Il est fortement influencé par l'ingestion alimentaire, des taux beaucoup plus élevés d'absorption apparaissant après le jeûne que lorsque le plomb est ingéré avec un repas. L'absorption est aussi affectée par l'âge, les taux d'absorption typiques chez les adultes et les nourrissons étant respectivement de 10% et 50%. Jusqu'à 50% du plomb composé inhalé peut être absorbé. Après son absorption et sa répartition dans le sang, le plomb est initialement réparti dans les tissus mous à travers le corps. Eventuellement, l'os accumule le plomb sur la durée de la vie humaine et peut servir de source endogène du plomb. La demi-vie pour le plomb

Plomb

dans le sang et les autres tissus mous est d'environ 28 à 36 jours, mais cela est beaucoup plus long dans les différents compartiments osseux. Le pourcentage de rétention du plomb dans niches du corps est plus élevé chez les enfants que chez les adultes. Le plomb inorganique n'est pas métabolisé. Le plomb qui n'est pas distribué est généralement rejeté par le biais du rein. (OMS Food Additives Séries 44, 2000 avec une référence aux critères d'hygiène de l'environnement pour le plomb inorganique; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS), 1995)

Le plomb est un poison classique chronique ou cumulatif. Chez les humains, le plomb peut résulter en une large gamme d'effets biologiques en fonction de la limite et de la durée de l'exposition. Les effets sur la santé ne sont généralement pas observés après une exposition unique. Beaucoup des effets observés chez les animaux de laboratoire ont également été observés chez les humains les effets hématologiques, les effets neurologiques ainsi que comportementaux, les effets rénaux, les effets cardiovasculaires ainsi que les effets sur le système de reproduction. En outre le plomb a montré avoir des effets sur les os ainsi que le système immunitaire chez les animaux de laboratoire. Les enfants sont plus vulnérables aux effets du plomb que les adultes. Le plomb a montré être associé avec une déficience de fonctionnement neurocomportementale chez les enfants. Une déficience du développement neurocomportemental a été considérée comme constituant l'effet le plus critique. (Food Additives Séries 44, 2000 avec une référence aux critères d'hygiène de l'environnement pour le plomb inorganique, Programme International sur la sécurité des substances chimiques (IPCS), 1995).

Les composés du plomb inorganique sont classifiés par le IARC comme étant probablement cancérigène pour les humains (Groupe 2A; Vol. 87, 2006)

Tableau I
Métaux

Mercure

Référence to JECFA: 10 (1966), 14 (1970), 16 (1972), 22 (1978)
Indication toxicologique: DHTP: 0,005 mg/kg de poids corporel (1978)
Définition du résidu: Mercure, Total
Synonymes: Hg
Code d'usage correspondant: Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou Année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Eaux minérales naturelles	0.001	LM	CS 108-1981	Exprimée en mg/l
	Sel de qualité alimentaire	0.1	LM	CS 150-1985	

Le mercure est un élément métallique d'origine naturelle, dont la présence dans les denrées alimentaires est due à des causes naturelles; des concentrations élevées peuvent aussi provenir, par exemple, de la contamination environnementale industrielle ou d'autres utilisations du mercure. Les concentrations de méthylmercure et de mercure total chez les animaux terrestres et les végétaux sont généralement très faibles; l'utilisation de produits à base de poisson pour nourrir les animaux peut cependant contribuer à augmenter les concentrations de méthylmercure dans les autres produits d'origine animale.

Méthylmercure

Référence au JECFA: 22 (1978), 33 (1988), 53 (1999), 61 (2003)
 Indication toxicologique: DHTP: 0,0016 mg/kg poids corporel (2003)
 Définition du résidu: Méthylmercure
 Code d'usage correspondant: Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou Anne d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Poisson	0.5	GL	1991	Exception : poisson prédateur concernent le méthylmercure présent dans le poisson frais ou transformé et dans les produits à base de poisson faisant l'objet d'un commerce international. a)
	Poisson prédateur	1	GL	1991	Poissons prédateurs comme le requin (WS 0131), l'espadon, le thon (WS 0132), le brochet (WF 0865) et autres. concernent le méthylmercure présent dans le poisson frais ou transformé et dans les produits à base de poisson faisant l'objet d'un commerce international. a)

Le méthylmercure est la forme de mercure la plus toxique, qui se forme en milieu aquatique. Par conséquent, le méthylmercure est surtout présent dans les organismes aquatiques. Il peut s'accumuler dans la chaîne alimentaire; les concentrations dans les espèces de grands poissons prédateurs sont par conséquent supérieures à celles des autres espèces, et le poisson est la source principale de l'exposition humaine au méthylmercure. Les concentrations de méthylmercure et aussi de mercure total dans les animaux terrestres et dans les végétaux sont généralement très faibles; l'utilisation de produits à base de poisson pour nourrir les animaux peut cependant contribuer à augmenter les concentrations de méthylmercure dans les autres produits d'origine animale

Dans toutes les espèces expérimentales évaluées, le méthylmercure a déjà été absorbé (jusqu'à 95%) après l'exposition orale. Le méthylmercure croise à la fois la barrière hémato-encéphalique ainsi que le placenta effectivement, résultant en de hautes concentrations de mercure dans le cerveau du fœtus que celui de la mère. Le méthylmercure est éliminé principalement à travers la bile et les déjections, Les animaux néonataux ayant une capacité d'excrétion plus basse que celle des adultes. Le méthylmercure est toxique pour le système nerveux, le rein, le foie ainsi que les organes de reproduction, la neurotoxicité constituant le point final le plus sensible (OMS Additifs Alimentaires, Série 52; 2004).

a) Les lots seront considérés comme étant conformes aux limites indicatives si la teneur en méthylmercure dans l'échantillon d'analyse, pris dans l'échantillon composite, ne dépasse pas les limites ci-dessus. Si les limites indicatives sont dépassées, les gouvernements doivent décider si, et dans quelles circonstances, les denrées peuvent être distribuées sur le territoire relevant de leur juridiction et quelles recommandations, le cas échéant, doivent être formulées quant aux restrictions sur la consommation, notamment par les groupes vulnérables comme les femmes enceintes.

Tableau I
Métaux

Etain

Référence au JECFA: 10 (1966), 14 (1970), 15 (1971), 19 (1975), 22 (1978), 26(1982), 33(1988), 55 (2000), 64 (2005)
 Indication toxicologique: DHTP: 14 mg/kg de poids corporel (1988, Exprimée pour Sn; comprend l'étain utilisés dans les additifs alimentaires; maintenue en 2000.)
 Définition du résidu: Étain, total (Sn total) sauf indication contraire; étain inorganique (Sn inorganique); ou autre spécification
 Synonymes: Sn,
 Codes d'usage correspondants: Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments en conserve par l'étain inorganique (CAC/RCP 60-2005)
 Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Code	Aliment/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Cocktail de fruits en conserve	250	C	LM CS 78-1981	
	Pamplemousses en conserve	250	C	LM CS 15-1981	
	Mandarines en conserve	250	C	LM CS 68-1981	
	Mangues en conserve	250	C	LM CS 159-1987	
	Ananas en conserve	250	C	LM CS 42-1981	
	Framboises en conserve	250	C	LM CS 60-1981	
	Fraises en conserve	200	C	LM CS 62-1981	
	Macédoine de fruits tropicaux en conserve	250	C	LM CS 99-1981	
	Confitures de fruits et gelées	250	C	LM CS 79-1981	
	Chutney de mangue	250	C	LM CS 160-1987	
	Olives de table	250	C	LM CS 66-1981	
	Asperges en conserve	250	C	LM CS 56-1981	
	Carottes en conserve	250	C	LM CS 116-1981	
	Haricots verts et haricots au beurre en conserve	250	C	LM CS 16-1981	
	Petits pois en conserve	250	C	LM CS 58-1981	
	Petits pois transformés en conserve	250	C	LM CS 81-1981	
	Champignons en conserve	250	C	LM CS 55-1981	
	Cœurs de palmier en conserve	250	C	LM CS 144-1985	
	Maïs doux en conserve	250	C	LM CS 18-1981	
	Tomates en conserve	250	C	LM CS 13-1981	
	Concombres (cornichons) marines	250	C	LM CS 115-1981	

Etain

Code	Aliment/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Concentrés de tomates transformées	250	C	LM CS 57-1981	
	Châtaignes et purée de châtaignes en conserve	250	C	LM CS 145-1985	
	« Chopped meat » cuite ou fumée	200	C	LM CS 98-1981	Pour les produits en contenants en fer blanc
	« Chopped meat » cuite ou fumée	50		LM CS 98-1981	Pour les produits dans des contenants autres
	Jambon cuit ou fumé	50		LM CS 96-1981	Pour les produits dans des contenants autres
	Jambon cuit ou fumé	200	C	LM CS 96-1981	Pour les produits en contenants en fer blanc
	Epaule de porc cuite ou fumée	50		LM CS 97-1981	Pour les produits dans des contenants autres
	Epaule de porc cuite ou fumée	200	C	LM CS 97-1981	Pour les produits en contenants en fer blanc
	“Corned beef”	200	C	LM CS 88-1981	Pour les produits en contenants en fer blanc
	“Corned beef”	50		LM CS 88-1981	Pour les produits dans des contenants autres
	“Luncheon meat”	200	C	LM CS 89-1981	Pour les produits en contenants en fer blanc
	“Luncheon meat”	50		LM CS 89-1981	Pour les produits dans des contenants autres

L'étain est principalement utilisé dans la fabrication des contenants en fer blanc, mais il est aussi utilisé à grande échelle dans les soudures, dans les alliages y compris les amalgames dentaires. Les composés d'étain inorganique, dans lesquels l'élément peut être présent à l'état d'oxydation +2 or +4, sont utilisés dans une variété de processus industriels pour le renforcement du verre, comme base pour les couleurs, comme catalyseurs, comme stabilisateurs dans les parfums et les savons, comme agents anti carieux dentaires. D'une façon générale, la contamination de l'environnement par l'étain n'est que minime. Les aliments sont la principale source d'étain pour l'homme. On le trouve en petites quantités dans la viande fraîche, les céréales, et les légumes. Des quantités d'étain plus importantes sont détectées dans les aliments entreposés dans des contenants ordinaires, et parfois, dans les aliments entreposés dans des contenants laqués. Certaines denrées comme les asperges, les tomates, les fruits, et leur jus tendent à contenir des concentrations élevées d'étain quand elles sont entreposées dans des contenants non vernis (Critères d'hygiène de l'environnement pour l'étain; Programme international pour la sécurité des substances chimiques (IPCS); 1980). L'étain inorganique est présent dans les aliments à l'état d'oxydation +2 et +4; il peut se produire sous forme cationique (composés stanneux et stanniques) ou comme anions inorganiques (stannites ou stannates).

Aflatoxines, totales

Référence au JECFA:	31 (1987), 46 (1996), 49 (1997)
Indication toxicologique:	Estimations de la capacité cancérigène des aflatoxines B, G, M (1997, la dose ingérée devrait être réduite à des niveaux aussi bas que possible.)
Définition du résidu:	Aflatoxines totales (B1 +B2 + G1 + G2)
Synonymes:	Abréviations, AFB, AFG, suivis d'un numéro pour désigner les composés spécifiques
Codes d'usage correspondants:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des arachides par les aflatoxines (CAC/RCP 55-2004) Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des fruits à coque par les aflatoxines (CAC/RCP 59-2005) Code d'usage pour la réduction de l'aflatoxine B1 dans les matières premières et les compléments alimentaires pour les animaux producteurs de lait (CAC/RCP 45-1997)

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius
SO 0697	Arachides	15	LM	1999	S'applique aux arachides destinées à un traitement ultérieur. Pour le plan d'échantillonnage, voir ci-après.

Les aflatoxines sont un groupe de mycotoxines hautement toxiques produites par les champignons du genre *Aspergillus*. Les quatre principales aflatoxines détectées dans les produits végétaux contaminés sont B1, B2, G1 et G2 et elles constituent un groupe de dérivés de difurano-coumarine de structure apparentée qui se produisent généralement ensemble dans des proportions diverses, AFB1 étant généralement le plus important. Ces composés posent un risque substantiel pour la santé humaine et animale. L'IARC (1992) a classifié l'aflatoxine B1 dans le groupe 1 (cancérigène humain) et l'AFM dans le groupe 2B (cancérigène humain probable). Le foie est le premier organe ciblé.

Une grande variété d'aliments peut être contaminée par les aflatoxines; elles sont souvent détectées dans les arachides, les fruits séchés, les fruits à coque (comme les amandes, les pacanes, les noix, les pistaches et les noix du Brésil), les épices, les figues, les huiles végétales brutes, les fèves de cacao, le maïs, le riz, les graines de coton et le copra. L'AFB1 présente dans les aliments pour animaux peut être partiellement transférée dans le lait sous la forme du métabolite AFM1 (généralement 1-2%, mais des pourcentages plus élevés sont détectés à des niveaux de contamination plus faible chez les animaux à rendement élevé). La contamination par les aflatoxines entraîne des pertes économiques considérables et des efforts sont en cours pour réduire la contamination des denrées destinées à l'alimentation humaine et animale.

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES AFLATOXINES TOTALES CONTENUES DANS LES ARACHIDES DESTINÉES À UN TRAITEMENT ULTÉRIEUR

INTRODUCTION

1. Le plan d'échantillonnage consiste en un échantillon de laboratoire unique de 20kg d'arachides décortiquées (27 kg d'arachides en coque) qui sera prélevé dans un lot (sous-lot) d'arachides et analysé par rapport à la limite maximale de 15 microgrammes d'aflatoxines totales par kilogrammes (µg/kg).

Aflatoxines, totales

2. Ce plan d'échantillonnage a été conçu aux fins d'application et de contrôle des limites relatives aux aflatoxines totales contenues dans les livraisons d'arachides en vrac sur le marché de l'exportation. Pour aider les pays membres à appliquer le plan d'échantillonnage du Codex, on décrit ci-après les méthodes de collecte et de préparation des échantillons, ainsi que les méthodes d'analyse qui seront utilisées pour quantifier les aflatoxines présentes dans les lots d'arachides en vrac

A. Définitions

Lot: quantité identifiable d'un produit alimentaire livré en une seule fois et qui, de l'avis de l'agent d'échantillonnage, présente des caractères communs, tels que l'origine, la variété, le type d'emballage, l'emballer, l'établissement d'emballage ou les marques.

Sous-lot: partie déterminée d'un gros lot sur laquelle sera appliquée la méthode d'échantillonnage. Chaque sous-lot doit être physiquement séparé et identifiable.

Plan d'échantillonnage: il est défini par une procédure d'essai d'aflatoxines et une limite d'acceptation/rejet. Cette procédure comprend trois étapes: collecte de l'échantillon, préparation de l'échantillon et quantification des aflatoxines. La limite d'acceptation/rejet est le seuil de tolérance habituellement égal à la limite maximale Codex.

Échantillon incrémentiel: quantité de matériel prélevé en n'importe quel point du lot ou du sous-lot.

Échantillon global: total de tous les échantillons incrémentiels provenant du lot ou du sous-lot.

Échantillon de laboratoire: la plus petite quantité d'arachides pulvérisées dans un broyeur. L'échantillon de laboratoire peut être une partie de l'échantillon global entier. Si l'échantillon global dépasse 20kg, un échantillon de 20 kg doit être prélevé au hasard sur l'échantillon global. L'échantillon doit être moulu finement et mélangé minutieusement par un procédé qui permet une homogénéisation aussi complète que possible.

Prise d'essai: partie de l'échantillon de laboratoire pulvérisé. La totalité des 20 kg de l'échantillon de laboratoire doit être pulvérisée dans un broyeur. Une partie de cet échantillon est prélevée de manière aléatoire pour extraire l'aflatoxine aux fins des analyses chimiques. En fonction de la capacité du broyeur, il est possible de diviser l'échantillon global de 20 kg en plusieurs échantillons de même taille, et de faire la moyenne des résultats.

Aflatoxines, totales

B. Échantillonnage

Produit à échantillonner

3. Chaque lot à examiner doit être échantillonné séparément. Les gros lots devraient être subdivisés en sous-lots à échantillonner séparément. La subdivision peut être faite suivant les dispositions fixées au tableau 1 ci-après.

4. Compte tenu du fait que le poids du lot n'est pas toujours un multiple exact du poids des sous-lots, le poids du sous-lot peut dépasser le poids mentionné de 20 pour cent au maximum.

Tableau 1: Subdivision des gros lots en sous-lots pour l'échantillonnage

Produit	Poids du lot – en tonnes (T)	Sous-lots (poids ou nombre)	Nombre d'échantillons incrémentiels	Poids de l'échantillon de laboratoire (kg)
Arachides	≥ 500	100 tonnes	100	20
	>100 et <500	5 sous-lots	100	20
	≥ 25 et ≤ 100	25 tonnes	100	20
	>15 et ≤ 25	--1 sous-lot	100	20

Nombre d'échantillons incrémentiels par lots de moins de 15 tonnes

5. Le nombre d'échantillons incrémentiels à prélever dépend du poids du lot, le minimum étant 10 et le maximum 100. Les chiffres du tableau 2 ci-après peuvent être utilisés pour déterminer le nombre d'échantillons incrémentiels. Il est nécessaire que le poids total de l'échantillon soit de 20 kg.

Tableau 2: Nombre d'échantillons incrémentiels à prélever selon le poids du lot

Poids du lot en tonnes (T)	Nombre d'échantillons incrémentiels
$T \leq 1$	10
$1 < T \leq 5$	40
$5 < T \leq 10$	60

Aflatoxines, totales

10 < T < 15	80
-------------	----

Collecte des échantillons incrémentiels

6. Les procédures suivies pour collecter les échantillons incrémentiels dans un lot d'arachides sont extrêmement importantes. Chaque arachide contenue dans le lot devrait avoir les mêmes possibilités d'être choisie. Les méthodes suivies pour la collecte des échantillons entraîneront des biais si l'équipement et les procédures utilisés pour collecter les échantillons incrémentiels suppriment ou réduisent les possibilités pour chaque arachide du lot d'être choisie.

7. Étant donné qu'il n'y a aucun moyen de savoir si les graines d'arachide contaminées sont uniformément réparties dans le lot, il est essentiel que l'échantillon global soit constitué de nombreuses petites parties ou d'un grand nombre de prélèvements du produit collecté en différents point du lot. Si l'échantillon global est plus gros qu'on ne le souhaite, il est nécessaire de le mélanger et de le subdiviser jusqu'à l'obtention d'un échantillon de la taille requise.

Lots statiques

8. On entend par lot statique une grande masse d'arachides contenues soit dans un grand conteneur unique comme un wagon ou un camion, ou dans de nombreux petits conteneurs tels que sacs ou boîtes, les arachides étant statiques au moment où l'échantillon est collecté. Collecter un échantillon véritablement aléatoire dans un lot statique peut être difficile car il est parfois impossible d'avoir accès à toutes les arachides dans certains conteneurs.

9. Pour prélever un échantillon global dans un lot statique, il est normalement nécessaire d'utiliser des sondes pour collecter le produit dans le lot. Les sondes utilisées doivent être conçues en fonction du type de conteneur. La sonde 1) doit être assez longue pour atteindre tout point du produit, 2) ne doit exclure aucun élément du lot de la collecte, et 3) ne doit pas altérer les éléments du lot. Comme mentionné ci-dessus, l'échantillon global doit être un mélange de nombreux petits fragments de produit pris en différents points du lot.

10. Pour les lots commercialisés sous emballages individuels, la fréquence d'échantillonnage (SF), ou le nombre de paquets dans lesquels les échantillons incrémentiels sont prélevés, est fonction du poids du lot (LT), du poids de l'échantillon incrémentiel (IS), du poids de l'échantillon global (AS) et du poids d'un paquet individuel (IP), comme suit:

Équation 1 : $SF = (LT \times IS) / (AS \times IP)$. La fréquence d'échantillonnage (SF) est le nombre de paquets échantillonnés. Tous les poids doivent être exprimés dans les mêmes unités de masse, par exemple en kilogrammes.

Lots mobiles

Aflatoxines, totales

11. Pour obtenir un échantillonnage véritablement aléatoire, il est nécessaire de prendre un échantillon global dans un flux continu d'arachides pendant le transfert du lot d'un endroit à un autre, par exemple, au moyen d'une courroie transporteuse. Lorsqu'on échantillonne dans un flux, il est nécessaire de prélever de petits échantillons du produit sur toute la longueur du flux et mélanger les arachides pour obtenir un échantillon global; si l'échantillon global est plus gros que l'échantillon requis au laboratoire, il faut mélanger et subdiviser cet échantillon pour obtenir l'échantillon de laboratoire de la taille requise.

12. Des dispositifs d'échantillonnage automatique comme les préleveurs de coupe transversale sont vendus dans le commerce, dotés de compte-minutes, qui dévient automatiquement les prélèvements du flux à intervalles préétablis et réguliers. Quand on ne dispose pas d'équipement automatique, on peut charger quelqu'un de passer manuellement une palette dans le flux à intervalles réguliers pour collecter les échantillons incrémentiels. Que l'on utilise les méthodes automatiques ou les méthodes manuelles, les petits prélèvements d'arachide doivent être recueillis et mélangés à intervalles fréquents et réguliers pendant toute la durée du passage des arachides au point d'échantillonnage.

13. Le dispositif d'échantillonnage doit être installé de la manière suivante: (1) le plan de l'ouverture du dispositif doit être perpendiculaire à la direction du flux, 2) le dispositif doit passer à travers toute la section du flux, et (3) l'ouverture doit être assez large pour pouvoir collecter tous les éléments intéressants du lot. En règle générale, la largeur de l'ouverture du dispositif doit être d'environ trois fois les dimensions les plus larges des éléments du lot.

14. La taille de l'échantillonnage global (S) en kg, prélevé dans un lot par dispositif d'échantillonnage est la suivante:

Équation 2 : $S = (D \times LT) / (T \times V)$. D est la largeur de l'ouverture du dispositif (en cm), LT est le poids du lot (en kg), T est l'intervalle ou le temps qui s'écoule entre les prélèvements dans le flux (en secondes) et V est la vitesse (en cm/sec) du dispositif.

15. Si le débit massique du flux, MR (kg/sec) est connu, la fréquence d'échantillonnage (SF), ou le nombre de prélèvements effectués par le dispositif d'échantillonnage est:

Équation 3 : $SF = (S \times V) / (D \times MR)$.

16. On peut aussi utiliser l'équation 2 pour calculer d'autres éléments intéressants, tels que le temps qui s'écoule entre les prélèvements (T). Par exemple, le temps requis (T) entre les prélèvements pour obtenir un échantillon global de 20 kg sur un lot de 30 000 kg, si la largeur de l'ouverture du dispositif est de 5,08 cm et la vitesse du dispositif dans le flux de 30cm/sec. Calcul de T dans l'équation 2,

$T = (5.08 \text{ cm} \times 30,000 \text{ kg}) / (20 \text{ kg} \times 30 \text{ cm/sec}) = 254 \text{ sec}$

Aflatoxines, totales

17. Si le lot se déplace à raison de 500 kg par minute, le lot entier passera à travers le dispositif en 60 minutes et seulement 14 prélèvements (14 échantillons incrémentiels) seront effectués dans le lot. Cela pourrait ne pas suffire, à savoir que trop de produit passe à travers le dispositif entre chaque prélèvement.

Poids de l'échantillon incrémentiel

18. Le poids de l'échantillon incrémentiel devrait être d'environ 200 grammes ou plus suivant le nombre d'échantillons incrémentiels nécessaires pour obtenir un échantillon global de 20 kg.

Emballage et envoi des échantillons

19. Chaque échantillon de laboratoire doit être placé dans un récipient propre et inerte offrant une protection adéquate contre la contamination externe et contre tout dommage que pourrait subir l'échantillon pendant le transport. Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour éviter tout changement dans la composition de l'échantillon de laboratoire susceptible de se produire durant le transport ou l'entreposage.

Fermeture et étiquetage des échantillons

20. Chaque échantillon de laboratoire prélevé pour un usage officiel doit être hermétiquement fermé sur le lieu de l'échantillonnage et identifié. Il faudra enregistrer chaque échantillon afin que chaque lot puisse être identifié sans ambiguïté, indiquer la date et le lieu de l'échantillonnage et fournir toute information supplémentaire qui pourrait être utile à l'analyse.

C. Préparation de l'échantillon

Précautions

21. Durant la procédure, il faut éviter autant que possible la lumière du jour, étant donné que l'aflatoxine se décompose progressivement sous l'effet de la lumière ultraviolette.

Homogénéisation – Broyage

22. Les aflatoxines étant réparties de manière non homogène, les échantillons doivent être préparés, et surtout homogénéisés avec un soin extrême. Tout échantillon de laboratoire obtenu à partir d'un échantillon collectif sera utilisé pour l'homogénéisation et le broyage de l'échantillon.

23. L'échantillon doit être finement broyé et mélangé avec soin, selon un procédé qui permet d'obtenir un produit le plus homogène possible

24. L'utilisation d'un broyeur à marteau doté d'un tamis de #14 (trou de 3,1 mm de diamètre dans le tamis) est une solution de compromis en matière de coût et de la précision. Si l'on utilise un équipement plus sophistiqué donnant un produit plus fin, on obtiendra une variance d'échantillonnage plus réduite.

Aflatoxines, totales

Prise d'essai

25. La taille minimum de la prise d'essai est de 100g pris dans l'échantillon de laboratoire.

D. Méthodes analytiques

Généralités

26. Il convient d'utiliser l'approche basée sur les critères, soit une série de critères de performance auxquels la méthode d'analyse utilisée doit être conforme. Ce type d'approche présente l'avantage de ne pas obliger à fournir des détails spécifiques sur la méthode utilisée et permet donc de profiter des progrès de la méthodologie sans avoir à réexaminer ou à modifier la méthode donnée. Les critères de performance établis pour les différentes méthodes doivent comprendre tous les paramètres qui devront être appliqués par chaque laboratoire tels que le seuil de détection, le coefficient de variation de la répétabilité, le coefficient de la variation de la reproductibilité et le pourcentage de récupération nécessaire aux diverses restrictions statutaires. En adoptant cette approche, les laboratoires sont libres d'utiliser la méthode d'analyse la mieux adaptée à leurs installations. Les méthodes d'analyse qui sont acceptées par les chimistes à l'échelon international (par exemple, les méthodes AOAC) peuvent être utilisées. Ces méthodes font l'objet d'un suivi permanent et d'une mise à jour en fonction des progrès technologiques.

Critères de performance pour les méthodes d'analyse

Tableau 3: Critères spécifiques auxquels doivent se conformer les méthodes d'analyse

Critère	Taux de concentration	Valeur recommandée	Valeur maximale autorisée
Essais à blanc	Tous	Négligeable	-
Récupération - aflatoxines Totales	1 - 15 µg/kg	70 à 110 %	
	> 15 µg/kg	80 à 110 %	
Fidélité RSD _R	Tous	Telle que tirée de l'équation d'Horwitz	2 x valeur tirée de l'équation d'Horwitz
Fidélité RSD _T = 0,66 fois fidélité RSD _R à la concentration souhaitée			

- les seuils de détection des méthodes utilisées ne sont pas indiqués du fait que les valeurs de la fidélité sont données pour les concentrations souhaitées;
- les valeurs de fidélité sont calculées suivant l'équation d'Horwitz, c'est à dire:

Aflatoxines, totales

$$RSD_R = 2^{(1-0.5\log C)}$$

où:

- * RSD_R est l'écart type relatif calculé à partir des résultats donnés dans des conditions de reproductibilité $[(s_R / \bar{x}) \times 100]$
- * C est le taux de concentration (c'est-à-dire 1 = 100g/100g, 0.001 = 1,000 mg/kg)

27. C'est une équation de fidélité généralisée qui est indépendante de la substance à analyser et de la matrice mais qui dépend seulement de la concentration dans la plupart des méthodes d'analyse courantes.

Tableau I
Mycotoxines

Aflatoxines M1

Référence au JECFA: 56 (2001)
Indication toxicologique: Estimations de la capacité cancérogène à des niveaux spécifiques de résidus (2001, en prenant la pire éventualité comme hypothèse, les risques supplémentaires de cancer du foie prévus suite à l'utilisation des limites maximales proposées de 0,05 et 0,5 µg/kg pour l'aflatoxine M1 sont très faibles. La capacité de l'aflatoxine M1 apparaît si basse chez les porteurs de HbsAg que l'effet cancérogène lié à l'ingestion de M1 chez ceux qui consomment de grandes quantités de lait et de produits laitiers en comparaison avec les non consommateurs de ces produits serait impossible à démontrer. Les porteurs du virus de l'hépatite B pourraient tirer des bénéfices de la réduction de la concentration des aflatoxines dans leur alimentation, et la réduction pourrait aussi offrir une forme de protection chez les porteurs du virus de l'hépatite C)

Définition du résidu: Aflatoxine M1

Synonymes: AFM1

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius
LM 0106	Lait	0,5	LM	CS 232-2001	

Tableau I
Mycotoxines

Patuline

Référence au JECFA: 35 (1989), 44 (1995)
Indication toxicologique: DJMTP 0,0004 mg/kg de poids corporel (1995)
Définition du résidu: patuline

Code d'usage correspondant: Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination du jus de pomme et du jus de pomme servant d'ingrédient dans d'autres boissons par la patuline (CAC/RCP 50-2003)

Code	Denrée/produit	Limite (ug/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius
JF 0226	Jus de pomme	50	LM	2003	La limite maximale s'applique aussi au jus de pomme servant d'ingrédient dans d'autres boissons.

La patuline est une mycotoxine lactone héli-acétale de faible masse moléculaire produite par les espèces du genre *Aspergillus*, *Penicillium* et *Byssochlamys*. Les sources principales de contamination par la patuline sont les pommes atteintes de pourriture brune et de moisissure bleue. Comme la patuline ne s'étend pas beaucoup hors des tissus atteints, la principale exposition humaine semble provenir des produits transformés, comme le jus de pomme et la compote de pomme, dans lesquelles la contamination n'est pas visible. Comme la fermentation détruit la patuline, elle n'est généralement pas présente dans le cidre et le poiré, à moins que du jus de pomme non fermenté n'ait été ajouté après la fermentation. La patuline peut aussi être un contaminant des fruits fragiles, de quelques légumes, de l'orge, du blé et du maïs.

Les problèmes sanitaires potentiels liés à la patuline sont d'ordre cytotoxique, immunotoxique, neurotoxique, gastrointestinal et autres effets observés chez les animaux. La patuline est en grande partie éliminée quelques jours après son ingestion.

La DJMTP a été établie en appliquant un facteur de sécurité de 100 au niveau le plus bas sans effet nocif observable de 43 mcg/kg de poids corporel/jour chez les rats.

Tableau I
Autres contaminants chimiques (les radionucléides exceptés)

Acrylonitrile

Référence au JECFA: 28 (1984)
 Indication toxicologique: Acceptation provisoire (1984, l'utilisation des matériaux pour contact alimentaire desquels migre l'acrylonitrile est provisoirement acceptée, sous réserve de réduire la quantité de substance migrant dans les aliments à la concentration technologiquement la plus faible)
 Définition du résidu: acrylonitrile (monomère)
 Synonymes: 2-Propénénitrile; cyanure de vinyle (VCN); cyanoéthylène; abréviations, AN, CAN.

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius
	Aliment	0,02	LI	1991	

Le monomère acrylonitrile est la substance de départ de la fabrication des polymères utilisés comme fibres, résines, caoutchouc et aussi comme matériaux d'emballage des aliments riches en acide oxalique. L'acrylonitrile n'existe pas à l'état naturel. L'acrylonitrile est classifié par l'IARC comme cancérigène possible pour l'homme (groupe 2B). Les polymères dérivés de l'acrylonitrile peuvent aussi contenir des faibles quantités de monomère libre. La migration des substances éventuellement nocives des matériaux de contact alimentaire a été examinée par le CCFA/CCFAC entre 1986 et 1991. (IARC Vol. 71, 43-108)

Autres contaminants chimiques (à l'exception des radionucléides)**Chlorure de vinyle monomère**

Référence au JECFA:	28 (1984)
Indication toxicologique:	Acceptation provisoire (1984, l'utilisation de matériaux pour contact alimentaire desquels migre le chlorure de vinyle est provisoirement acceptée, sous réserve de réduire la quantité de substance migrant dans les aliments à la concentration technologiquement la plus faible
Définition du résidu:	Chlorure de vinyle monomère
Synonymes:	Monochloroéthène, chloroéthylène; abréviation VC ou VCM

Code	Denrée/produit	Limite (mg/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Remarques/observations pour le Codex Alimentarius
	Aliment	0,01	LI	1991	La limite indicative pour les matériaux d'emballage alimentaire est de 1,0 mg/kg.

Le chlorure de vinyle monomère est la substance principale à partir de laquelle sont fabriqués les polymères, utilisés comme résines, comme matériaux d'emballage pour les aliments. Le chlorure de vinyle n'existe pas à l'état naturel. Des résidus de VCM peuvent être présents dans le polymère. Le chlorure de vinyle est considéré par l'IARC comme cancérigène humain (comme l'ont montré les situations d'exposition professionnelle). IARC Vol. 19, 377-438 (1979)

Tableau I
Radionucléides

^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am

Définition du résidu: ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am					
Code	Aliment/produit	Limite (Bq/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Aliments autres qu'aliments pour nourrissons	10	GL	2006	
	Aliments pour nourrissons	1	GL	2006	Lorsque destiné à l'emploi tel quel.

Voir Annexe 1.

Tableau I
Radionucléides

⁹⁰Sr, ¹⁰⁶Ru, ¹²⁹I, ¹³¹I, ²³⁵U

Définition du résidu: ⁹⁰ Sr, ¹⁰⁶ Ru, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ²³⁵ U					
Code	Aliment/produit	Limite (Bq/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Aliments autres qu'aliments pour nourrissons	10	GL	2006	
	Aliments pour nourrissons	1	GL	2006	Lorsque destiné à l'emploi tel quel.

Voir Annexe 1

Tableau I
Radionucléides

³⁵S, ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ¹⁰³Ru, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁴Ce, ¹⁹²Ir

Définition du résidu: ³⁵ S, ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ¹⁰³ Ru, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce, ¹⁹² Ir; ³⁵ S représente la valeur pour le soufre combiné organiquement.					
Code	Aliment/produit	Limite (Bq/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Aliments autres qu'aliments pour nourrissons	10	GL	2006	
	Aliments pour nourrissons	1	GL	2006	Lorsque destiné à l'emploi tel quel.

Voir Annexe 1.

Tableau I
Radionucléides

³H, ¹⁴C, ⁹⁹Tc

Définition du résidu: ³H, ¹⁴C, ⁹⁹Tc; ³H représente la valeur pour le soufre combiné organiquement

Code	Aliment/produit	Limite (Bq/kg)	Type	Référence ou année d'adoption	Notes/Remarques à l'intention du Codex Alimentarius
	Aliments autres qu'aliments pour nourrissons	10	GL	2006	
	Aliments pour nourrissons	1	GL	2006	Lorsque destiné à l'emploi tel quel.

Voir Annexe 1.

Domaine d'application: Les Niveaux Indicatifs de Seuil d'Intervention (NISI) s'appliquent aux radionucléides contenus dans les aliments destinés à la consommation humaine et faisant l'objet d'un commerce international, qui ont subi une contamination suite à un accident nucléaire ou radiologique¹. Ces taux de référence s'appliquent aux aliments reconstitués ou transformés pour être consommés, c'est-à-dire des aliments ni déshydratés ni concentrés, et ils sont basés sur un seuil de dérogation pour intervenir établi à 1 mSv au cours d'une année.

Application: Quant à la protection radiologique générique des consommateurs des aliments, lorsque les taux de radionucléides ne dépassent pas les Niveaux d'Intervention qui y correspondent, les aliments doivent être considérés comme étant sans risque pour la consommation humaine. Lorsque les Seuils d'Intervention sont dépassés, les gouvernements nationaux seront compétents pour décider si et dans quelles circonstances ces aliments doivent être distribués sur leur territoire ou dans l'espace de leur juridiction. Les gouvernements nationaux peuvent souhaiter l'application d'autres valeurs pour l'utilisation interne sur leur propre territoire, là où les hypothèses de la distribution alimentaire sur lesquelles les Seuils d'Intervention ont été calquées ne s'appliquent pas, par exemple dans le cas d'une contamination radioactive étendue. Pour les aliments consommés en petites quantités, comme les épices, et qui représentent une toute petite part de l'alimentation et donc un ajout minime à la dose totale, les Seuils d'Intervention peuvent être augmentés par un facteur de 10.

Radionucléides: Les Lignes Directrices des Seuils d'Intervention ne comprennent pas tous les radionucléides. Ceux qui y figurent sont importants de par leur assimilation dans la chaîne alimentaire; ils se trouvent habituellement dans les installations nucléaires ou sont employés comme source de rayonnement en quantité suffisante pour pouvoir contribuer de façon significative aux taux retrouvés dans les aliments; ils pourraient être relâchés accidentellement dans l'environnement par des installations typiques ou être disséminés lors d'actions malveillantes. Les radionucléides d'origine naturelle sont généralement exclus de ce document.

Dans le Tableau, les radionucléides sont groupés selon des seuils d'intervention arrondis de façon logarithmique par ordre de grandeur. Les seuils d'intervention sont définis pour deux catégories distinctes: les « aliments pour nourrissons » et « autres aliments », ceci parce que pour un certain nombre de radionucléides la sensibilité des nourrissons pourraient poser problème. On a contrôlé les seuils d'intervention par rapport à des coefficients de dose ingérable corrélés au groupe d'âge et définis comme étant les doses effectives engagées par unité absorbée pour chaque radionucléide. Ces coefficients se trouvent dans les « International Basic Safety Standards » (Normes Fondamentales Internationales de Sécurité) (IAEA, 1996)¹.

Radionucléides alimentaires multiples: Les seuils d'intervention furent développés sur le principe que les contributions des radionucléides provenant de différents groupes ne doivent pas être additionnées. Chaque groupe doit être traité de façon indépendante. Cependant, les concentrations volumiques de chaque radionucléide au sein d'un même groupe doivent être additionnées².

¹ Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Agence Internationale de l'Energie Atomique, Bureau international du Travail, Organisation de coopération et de développement économiques (OECD) Agence de l'Energie Atomique, Organisation de la santé panaméricaine, Organisation mondiale de la santé (1996) Normes de sécurité élémentaires internationales pour la protection contre le rayonnement ionisant et pour la sécurité des sources de Radiation, IAEA, Vienne.

LA JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DU PROJET PROPOSE POUR LA REVISION DES SEUILS D'INTERVENTION DES RADIONUCLÉIDES DANS LES ALIMENTS CONTAMINÉS A LA SUITE D'UN ACCIDENT NUCLEAIRE OU RADIOLOGIQUE

Le projet proposé pour la révision des Seuils d'intervention des Radionucléides dans les Aliments, et spécifiquement les valeurs présentées dans le Tableau 1 ci-dessus, est basé sur les considérations radiologiques générales suivantes et sur l'expérience accumulée dans l'application des normes nationales et internationales existantes pour le contrôle des radionucléides alimentaires.

L'évaluation des doses de radiation provenant de l'absorption par des êtres humains de substances radioactives s'est nettement améliorée depuis la publication des Seuils d'Intervention par la Commission Codex Alimentarius en 1989² (CAC/GL 5-1989).

Nourrissons et adultes: On a évalué, pour les nourrissons ainsi que pour les adultes, les niveaux d'exposition humaine aux rayonnements résultant de la consommation d'aliments qui contiennent les radionucléides listés dans le Tableau 1 aux seuils d'intervention préconisés et on a vérifié leur conformité avec le critère de dose appropriée.

Pour évaluer l'exposition du public aux radionucléides alimentaires et les risques associés à leur absorption pour la santé, on a besoin de pouvoir estimer les taux de consommation alimentaire et les coefficients de doses ingérées. Suivant la Réf. (OMS, 1988) on présume qu'un adulte consomme 550 kg de nourriture au cours d'une année. Une valeur de 200 kg utilisée pour calculer les doses infantiles pour la consommation de nourriture et de lait des nourrissons pendant leur première année de vie est basée sur des évaluations des habitudes humaines contemporaines (F. Luykx, 1990³; US DoH, 1998⁴; NRPB, 2003⁵). Les valeurs les plus conservatrices pour les coefficients de doses ingérées spécifiques aux radionucléides et aux différents groupes d'âges, c'est-à-dire ayant trait aux formes chimiques les plus souvent absorbées de l'appareil gastro-intestinal et retenues dans les tissus du corps, proviennent de la (IAEA, 1996).

Critère radiologique: Le critère radiologique approprié, que l'on a utilisé à des fins de comparaison avec les données d'évaluation de doses qui se trouvent ci-dessous, est un niveau générique de dérogation d'intervention d'environ 1 mSv pour la dose annuelle individuelle en radionucléides provenant de denrées de base, telles que la nourriture, préconisée par la Commission Internationale sur la Protection Radiologique comme étant sans risque pour le public (ICRP, 1999)⁶.

² La Commission du Codex Alimentarius lors de sa 18ème session (Genève 1989) a adopté les limites directives pour les radionucléides dans les aliments à la suite de la contamination accidentelle nucléaire pour l'emploi dans le commerce international (CAC/GL 5-1989) applicables à six radionucléides (⁹⁰Sr, ¹³¹I, ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ²³⁹Pu et ²⁴¹Am) Durant un an après l'accident nucléaire.

³ F. Luykx (1990) Réponse des communautés européennes à la contamination environnementale à la suite de l'accident de Chernobyl. Dans: Contamination environnementale suite à un accident nucléaire majeur, IAEA, Vienne, v.2, 269-287.

⁴ US DoHHS (1998) Contamination radioactive accidentelle de l'alimentation humaine et animale: recommandations pour les agences d'Etat et locales. Administration de l'alimentation et des drogues, Rockville.

⁵ K. Smith and A. Jones (2003) Données sur les coutumes généralisées pour les évaluations radiologiques. NRPB Rapport W41.

⁶ Commission Internationale sur la protection radiologique (1999). Principes pour la protection du public dans des situations d'exposition prolongée. ICRP Publication 82, Annales du ICRP.

Radionucléides se trouvant dans la nature: Des radionucléides d'origine naturelle sont omniprésents et par conséquent se trouvent dans tous les aliments dans des proportions diverses. Les doses annuelles de rayonnement provenant de la consommation des aliments s'étendent typiquement de quelques dizaines à quelques centaines de microsievverts. Les doses provenant de ces radionucléides présents naturellement dans l'alimentation sont incontrôlables; les ressources nécessaires pour influencer sur le risque de contact seraient démesurées par rapport aux bienfaits escomptés pour la santé. Ces radionucléides sont écartés de ce document, car ils ne sont pas associés aux événements critiques.

Evaluation du niveau d'exposition au cours d'une année: De façon conservatrice on estime que pendant la première année suivant une contamination environnementale importante provoquée par un incident nucléaire ou radiologique il pourrait être difficile de remplacer les aliments importés des régions contaminées par des aliments importés de zones non touchées. Selon les données statistiques de la FAO la proportion moyenne des denrées de base importées par tous les pays du monde est de 0,1. Les valeurs données dans le Tableau 1 pour les aliments consommés par des nourrissons et par la population générale ont été calculées de façon à assurer que pour un pays qui continue à importer des denrées alimentaires de base à partir de zones contaminées par des radionucléides la dose interne annuelle moyenne ingérée par ses habitants ne dépasse pas environ 1mSv (voir Annexe 2). Cette conclusion pourrait ne pas s'appliquer à certains radionucléides si la fraction d'aliments contaminés se trouvait au-dessus de 0,1, comme cela pourrait être le cas pour des nourrissons dont l'alimentation se compose essentiellement de lait, sans beaucoup de diversité.

Evaluation du niveau d'exposition à long terme: Au delà d'un an après un incident critique la proportion d'aliments contaminés mis sur le marché diminuera en général par suite de restrictions nationales (retrait du marché), l'adoption de nouveaux produits alimentaires, des contre-mesures agricoles, et la dégradation physique des aliments.

L'expérience montre qu'au long terme la proportion d'aliments contaminés importés diminuera par un facteur d'au moins cent. Certaines catégories alimentaires, comme des produits forestiers sauvages, peuvent révéler des niveaux de contamination persistants ou même croissants. D'autres catégories alimentaires peuvent être progressivement exemptées des contrôles. Cependant, on doit prévoir que de nombreuses années peuvent être nécessaires avant que les taux d'exposition individuelle attribuables à une alimentation contaminée puissent être qualifiés de négligeables.

ANNEXE 2

L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION INTERNE HUMAINE APRES L'APPLICATION DES SEUILS D'INTERVENTION

Afin d'évaluer dans un pays le niveau d'exposition moyenne du public provoquée par l'importation de denrées alimentaires de zones étrangères contaminées par une radioactivité résiduelle, les données suivantes doivent être employées dans la mise en œuvre des seuils d'intervention ci-inclus: les taux de consommation annuelle d'aliments des nourrissons et des adultes, les coefficients de dose ingérée corrélés par radionucléide et par groupe d'âge, et les facteurs d'importation et de production. En évaluant la dose interne moyenne pour nourrissons et pour adultes il est préconisé que les procédés d'inspection et de contrôle empêchent les taux de radionucléides dans les aliments importés de dépasser ceux qui sont indiqués ici. En se tenant aux procédés d'évaluation prudents, on doit considérer que tous les produits alimentaires importés de zones étrangères polluées par un rayonnement résiduel sont contaminés par les radionucléides aux seuils d'intervention donnés ici.

Ainsi, la dose interne moyenne absorbée par le public, E (mSv), attribuable à la consommation annuelle d'aliments importés contenant des radionucléides peut être estimée par l'application de la formule suivante :

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

Où:

$GL(A)$ est le Seuil d'Intervention (Bq/kg)

$M(A)$ est la masse d'aliments consommée par an (kg) corrélée au groupe d'âge

$e_{ing}(A)$ est le coefficient de la dose ingérée corrélé au groupe d'âge (mSv/Bq)

IPF est le facteur importation/production⁷ (sans dimension).

Les résultats d'évaluation pour nourrissons et pour adultes présentés dans le Tableau 2 démontrent que pour l'ensemble des vingt radionucléides les doses absorbées par une consommation d'aliments importés pendant la 1^{ère} année après une contamination radioactive importante ne dépassent pas 1 mSv. Notez que les doses furent calculées à partir d'une valeur pour l'IPF égale à 0,1 et que cette hypothèse peut ne pas toujours s'appliquer, particulièrement aux nourrissons dont l'alimentation est basée essentiellement sur le lait, avec très peu de diversité.

Notez aussi que pour le ²³⁹Pu, ainsi que pour un certain nombre d'autres radionucléides, la dose estimée est conservatrice. Ceci est dû au fait que des facteurs élevés d'absorption dans l'appareil gastro-intestinal et les coefficients associés de dose ingérée sont appliqués à toute la première année de vie, alors que ce procédé n'est valide surtout que pour la période d'allaitement, que la ICRP a récemment estimée comme étant restreinte aux six premiers mois de vie (ICRP, 2005⁸). Pendant les six mois de vie suivants les facteurs pour l'absorption par l'intestin sont beaucoup plus bas. Ce n'est pas le cas pour le ³H, le ³⁵S, le ¹⁴C, les isotopes de l'iode et du césium

A titre d'exemple, l'évaluation de la dose pour le ¹³⁷Cs contenu dans les aliments est présentée ci-dessous pour la première année suivant la contamination d'une région par ce nucléide.

Pour les adultes: $E = 1000 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 1.3 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,7 \text{ mSv}$;

Pour les nourrissons: $E = 1000 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 2.1 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,4 \text{ mSv}$

TABLEAU. L'ÉVALUATION DE LA DOSE EFFECTIVE PROVENANT DE L'INGESTION D'ALIMENTS IMPORTÉS AU COURS D'UNE ANNÉE POUR LES NOURRISSONS ET LES ADULTES

⁷ Le facteur d'importation/de production (IPF) est défini en tant que le taux de la quantité de denrées alimentaires importées par an d'aires contaminées avec des radionucléides par la quantité totale produite et importée annuellement dans la région ou le pays en examen.

⁸ Commission Internationale de protection radiologique (2005) Doses pour les nourrissons des radionucléides ingérés dans le lait maternel. Doit être publié.

Tableau I
Radionucléides

Radionucléide	Limite directive (Bq/kg)		Dose effective (mSv)	
	Aliments pour nourrissons	Aliments autres	1ère année après contamination principale	
			Nourrissons	Adultes
²³⁸ Pu	1	10	0.08	0.1
²³⁹ Pu			0.08	0.1
²⁴⁰ Pu			0.08	0.1
²⁴¹ Am			0.07	0.1
⁹⁰ Sr	100	100	0.5	0.2
¹⁰⁶ Ru			0.2	0.04
¹²⁹ I			0.4	0.6
¹³¹ I			0.4	0.1
²³⁵ U			0.7	0.3

Radionucléide	Limite directive (Bq/kg)		Dose effective (mSv)	
	Aliment pour nourrissons	Aliments autres	1ère année après contamination principale	
			Nourrissons	Adultes
³⁵ S*	1000	1000	0.2	0.04
⁶⁰ Co			1	0.2
⁸⁹ Sr			0.7	0.1
¹⁰³ Ru			0.1	0.04
¹³⁴ Cs			0.5	1
¹³⁷ Cs			0.4	0.7
¹⁴⁴ Ce			1	0.3
¹⁹² Ir			0.3	0.08
³ H**			1000	10000
¹⁴ C	0.03	0.3		
⁹⁹ Tc	0.2	0.4		

* Ceci représente la valeur pour le soufre combiné organique

**Ceci représente la valeur pour le tritium organique combiné