

CODEX ALIMENTARIUS

NORMES ALIMENTAIRES INTERNATIONALES



Organisation des Nations
Unies pour l'alimentation
et l'agriculture



Organisation
mondiale de la Santé

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

NORME GÉNÉRALE POUR LES CONTAMINANTS ET LES TOXINES PRÉSENTS DANS LES PRODUITS DE CONSOMMATION HUMAINE ET ANIMALE

CODEX STAN 193-1995

Adoptée en 1995.

Révision : 1997, 2006, 2008, 2009.

Amendement : 2010, 2012, 2013, 2014, 2015.

1.1 CHAMP D'APPLICATION

La présente norme énonce les grands principes recommandés par le Codex Alimentarius qui régissent les contaminants et les toxines présents dans les aliments de consommation humaine et animale et indique les limites maximales et les plans d'échantillonnage des contaminants et des toxines naturelles dans les aliments de consommation humaine et animale recommandés par la Commission du Codex Alimentarius pour application aux produits faisant l'objet d'un commerce international.

Cette norme comprend seulement les limites maximales des contaminants et des toxiques naturels dans les aliments de consommation animale dans le cas où le contaminant dans les aliments de consommation animale peut être transféré à l'alimentation d'origine animale et peut être pertinent pour la santé publique.

1.2 DÉFINITION DES TERMES

1.2.1 Généralités

Les définitions aux fins du Codex Alimentarius, telles que citées dans le Manuel de procédure, s'appliquent à la Norme générale pour les contaminants et les toxines présents dans les aliments et l'alimentation animale (NGCTAHA). Par conséquent, seules les plus importantes sont reproduites ici. Quelques nouvelles définitions ont été introduites lorsqu'on l'a jugé nécessaire pour éviter toute ambiguïté. Par aliments, on entend aussi, le cas échéant, les aliments pour animaux.

1.2.2 Contaminant

Le Codex Alimentarius définit un contaminant comme suit:

« Toute substance qui n'est pas intentionnellement ajoutée à l'aliment, mais qui est cependant présente dans celle-ci comme un résidu de la production (y compris les traitements appliqués aux cultures et au bétail et dans la pratique de la médecine vétérinaire), de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport et de la distribution ou du stockage dudit aliment, ou à la suite de la contamination par l'environnement. L'expression ne s'applique pas aux débris d'insectes, poils de rongeurs et autres substances étrangères ».

La présente norme vise toutes les substances qui répondent à la définition du Codex pour un contaminant, y compris les contaminants présents dans les aliments destinés au bétail laitier et au bétail de boucherie, à l'exception:

- 1) Des contaminants ayant une incidence uniquement sur la qualité alimentaire des aliments et des aliments pour animaux (par ex. le cuivre), et non sur la santé publique dans le(s) aliment(s) étant donné que les normes élaborées au sein du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments (CCCF) ont pour objectif de protéger la santé publique.
- 2) Des résidus de pesticides, tels qu'ils sont définis par le Codex, qui relèvent de la compétence du Comité du Codex sur les résidus de pesticides (CCPR).
- 3) Des résidus de médicaments vétérinaires, tels qu'ils sont définis par le Codex, et des résidus d'additifs d'aliments pour animaux (*) qui relèvent de la compétence du Comité du Codex sur les résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments (CCRVDF).
- 4) Des toxines microbiennes, comme la toxine botulinum et l'entérotoxine staphylocoque, et des microorganismes qui relèvent de la compétence du Comité du Codex sur l'hygiène alimentaire (CCFH).
- 5) Des résidus d'auxiliaires technologiques qui font partie du mandat de consultation du Comité du Codex sur les additifs alimentaires (CCFA) (**).

(*) Additifs d'aliments pour animaux tels que définis dans le *Code d'usages pour une bonne alimentation animale* (CAC/RCP 54-2004): "Tout ingrédient ajouté intentionnellement qui n'est pas normalement consommé sous forme d'aliment pour animaux, qu'il ait ou non une valeur nutritive, affectant les caractéristiques du produit d'alimentation animale ou des produits d'origine animale.

Les résidus d'additifs d'aliments pour animaux incluent le composé parent et/ou leurs métabolites dans toute portion comestible des produits animaux et incluent les résidus des impuretés associées de l'additif d'aliments pour animaux en question.

(**) Les auxiliaires technologiques sont toute substance ou matière à l'exclusion des appareils ou ustensiles, et non consommée en tant qu'ingrédient alimentaire en soi, employé dans les matières premières ou transformées, les aliments et ses ingrédients, pour remplir un certain but technologique durant le traitement ou la transformation et qui puisse résulter en la présence non intentionnelle mais inévitable de résidus ou dérivés dans le produit fini.

1.2.3 Toxines naturelles relevant de la présente norme

La définition du Codex pour les contaminants inclut implicitement les toxines naturelles y compris les métabolites toxiques de certains micro-champignons dont la présence dans l'alimentation humaine et animale n'est pas intentionnelle (mycotoxines).

Les toxines microbiennes produites par les algues qui s'accumulent dans les organismes aquatiques comestibles comme les coquillages et les crustacés (phycotoxines) relèvent également de la présente norme. Les mycotoxines et les phycotoxines sont deux sous-catégories de contaminants.

Les toxines naturelles, endogènes comme par exemple, la solanine dans les pommes de terre qui sont des éléments constitutifs intrinsèques des aliments de consommation humaine et animale résultant d'un genre, d'une espèce ou d'une souche produisant habituellement des métabolites toxiques en quantité nocive, comme les phycotoxines, ne sont généralement pas considérées comme relevant de la présente norme. Elles relèvent toutefois de la compétence du (CCCF) et seront traitées au cas par cas.

1.2.4 Limite maximale et termes apparentés¹

La limite maximale Codex (LM) pour un contaminant présent dans un produit de consommation humaine ou animale est la concentration maximale de cette substance recommandée par la Commission du Codex Alimentarius comme étant légalement autorisée pour ce produit.

1.3 PRINCIPES GÉNÉRAUX CONCERNANT LES CONTAMINANTS DANS L'ALIMENTATION HUMAINE ET ANIMALE

1.3.1 Généralités

La contamination des produits destinés à l'alimentation humaine et animale constituent un risque pour la santé humaine (et /ou la santé de l'animale). En outre dans certains cas ils peuvent avoir un effet négatif sur la qualité de l'alimentation humaine ou animale. L'alimentation humaine ou animale peut être contaminée par diverses sources ou processus.

Les teneurs en contaminants dans l'alimentation humaine ou animale devront être aussi basses qu'il est raisonnablement possible à travers les meilleures pratiques comme les bonnes pratiques agricoles (BPA) et les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) suivant une évaluation des risques appropriées. Les actions suivantes peuvent servir à prévenir ou à réduire la contamination de l'alimentation animale ou humaine.²:

- Prévenir la contamination de l'alimentation humaine et animale à la source, par exemple en réduisant la pollution due à l'environnement;
- Utiliser la(les) mesure(s) de contrôles techniques appropriée(s) dans l'alimentation humaine et animale pour la production, la manutention, la préparation, le traitement, l'emballage ou la détention des aliments;
- Appliquer des mesures visant à décontaminer l'alimentation humaine ou animale contaminée et à prévenir la commercialisation de l'alimentation humaine ou animale.

Afin de garantir que des mesures appropriées sont prises pour réduire la contamination des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale, on établira un Code d'usages comprenant des mesures prises à la source, ainsi que des bonnes pratiques de fabrication et des bonnes pratiques agricoles axées sur le problème de contamination à résoudre.

¹ Pour les contaminants méthylmercure, radionucléides, acrylonitrile et vinylchloride monomère, une **limite indicative Codex (LI)** a été établie.

Par **limite indicative Codex (LI)**, on entend la concentration maximale d'une substance dans un produit destiné à l'alimentation humaine ou animale recommandée par la Commission du Codex Alimentarius pour les produits faisant l'objet d'un commerce international. Lorsque la limite indicative est dépassée, les gouvernements doivent décider s'il convient de distribuer le produit sur leur territoire ou dans leur juridiction et dans quelles conditions.

Parce que la CAC a décidé que la structure choisie d'une norme Codex dans l'alimentation humaine ou animale est un limite maximale, les niveaux indicatifs présents existants ou proposés seront révisés pour leur possible conversion en un limite maximale après une évaluation des risques effectuée par le JECFA, si cela est approprié.

² En outre une référence a été faite au Code d'usages pour les mesures prises à la source afin de réduire la contamination des aliments avec des produits chimiques (CAC/RCP 49-2001) et le Code d'usages sur les bonnes pratiques d'alimentation animale (CAC/RCP 54-2004).

Le degré de contamination des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale et l'efficacité des mesures prises pour réduire cette contamination seront évalués grâce à un suivi, des enquêtes et des programmes de recherche plus spécialisés, le cas échéant.

Lorsque l'on soupçonne que la consommation d'aliments contaminés comporte des risques pour la santé, il est nécessaire de procéder à une évaluation des risques. Lorsque les risques pour la santé sont confirmés, il est nécessaire d'appliquer une mesure de gestion des risques fondée sur une évaluation complète de la situation et examen d'un éventail d'options de gestion des risques. Selon les résultats de l'évaluation des problèmes et les solutions envisageables, il peut s'avérer nécessaire de fixer des LM ou de prendre d'autres mesures pour contrôler la contamination de l'alimentation humaine et animale. Dans certains cas, il faudra aussi envisager de formuler des conseils particuliers concernant les recommandations alimentaires pour compléter les autres mesures réglementaires lorsque les mesures ne permettent suffisamment de protéger la santé publique et la sécurité.

Les mesures nationales concernant la contamination de l'alimentation humaine et animale devraient éviter d'opposer des obstacles inutiles au commerce international des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale. La NGCTA a pour objet d'indiquer les approches possibles visant à éliminer ou réduire le problème de la contamination et à promouvoir l'harmonisation internationale grâce à des recommandations qui peuvent, à leur tour, contribuer à prévenir les obstacles et les conflits commerciaux.

Pour les contaminants qui peuvent être présents dans plusieurs aliments d'origine humaine et animale, on adoptera une approche générale, en tenant compte de toutes les informations pertinentes disponibles, afin d'évaluer les risques et de formuler des recommandations et des mesures de contrôle, dont l'établissement des limites maximales.

1.3.2 Principes régissant l'établissement des limites maximales pour les aliments destinés à l'alimentation humaine ou animale

On ne fixera de limites maximales que pour les aliments dans lesquels le contaminant considéré risque d'être présent dans des proportions suffisantes pour constituer un risque, compte tenu de l'exposition totale du consommateur, en prenant en considération la politique du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments en matière d'évaluation de l'exposition aux contaminants et aux toxines présents dans les aliments ou groupes d'aliments (section IV du Manuel de procédure).

Ces niveaux seront fixés de manière à ce que le consommateur soit correctement protégé. On tiendra compte en même temps des autres facteurs légitimes. Cela sera réalisé conformément aux « Principes de travail pour l'analyse des risques en matière de sécurité sanitaire des aliments destinés à être appliqués par les gouvernements ».

On appliquera les principes de bonnes pratiques de fabrication et de bonnes pratiques agricoles telles qu'elles sont définies par le Codex. Les limites maximales seront fondées sur des principes scientifiques établis, valables dans le monde entier de sorte qu'il n'y ait aucun obstacle injustifié au commerce international. Le statut et l'utilisation envisagée des LM seront clairement définis.

1.3.3 Critères spéciaux

On pourrait se servir des critères ci-après (sans exclure l'utilisation d'autres critères pertinents) pour élaborer des limites maximales et/ou d'autres mesures concernant la Norme générale Codex pour les contaminants et les toxines présents dans l'alimentation animale et humaine. (On trouvera à l'Appendice I des informations supplémentaires sur ces critères).

Information toxicologique

- identification de la ou des substances toxiques;
- le cas échéant, métabolisme selon qu'il s'agit d'êtres humains ou d'animaux;
- toxicocinétique et toxicodynamique y compris l'information sur le transfert possible de la substance toxique de l'aliment de consommation animale dans les tissus/produits comestibles d'origine animale;
- information sur la toxicité aiguë et à long terme et d'autres données d'évaluations toxicologiques pertinentes; et
- conseils intégrés d'un expert toxicologue concernant l'acceptabilité et l'innocuité des doses d'ingestion des contaminants, y compris l'information sur tous les groupes de populations particulièrement vulnérables.

Données analytiques

- données qualitatives et quantitatives validées sur des échantillons représentatifs; et
- procédures d'échantillonnage appropriées.

Données sur l'ingestion

- présence dans les principaux aliments responsables de l'ingestion;
- présence dans les aliments de grande consommation;
- présence dans les composants de l'alimentation humaine et animale;
- données sur l'ingestion pour des groupes de consommateurs moyennement et très exposés/de consommation élevée;
- résultats d'études de l'alimentation totale;
- données calculées sur l'ingestion des contaminants obtenues à partir de modèles de consommation;
- données sur l'ingestion par les groupes vulnérables; et
- données sur l'ingestion par les animaux produisant de la viande.

Considérations technologiques

- informations sur les processus de contamination, les possibilités technologiques, la production et les pratiques de fabrication, ainsi que sur les aspects économiques liés à la gestion et au contrôle de la teneur en contaminants.

Considérations relatives à l'évaluation et à la gestion des risques (voir les « *Principes de travail pour l'analyse des risques en matière de sécurité sanitaire des aliments destinés à être appliqués par les gouvernements* »)

- options et considérations en matière de gestion des risques;
- examen d'éventuelles limites maximales dans l'alimentation humaine et animale fondées sur les critères ci-dessus; et
- examen de solutions alternatives.

1.4 STRUCTURE DE LA NORME GÉNÉRALE POUR LES CONTAMINANTS DANS L'ALIMENTATION HUMAINE ET ANIMALE

Une description détaillée de la structure est fournie dans l'Appendice II.

Annexe I

CRITÈRES D'ÉTABLISSEMENT DE LIMITES MAXIMALES DANS L'ALIMENTATION ANIMALE ET HUMAINE**Introduction**

Cette annexe contient les critères relatifs à l'information jugée nécessaire à l'évaluation des problèmes dans l'alimentation humaine et animale posés par les contaminants dans les aliments et à l'établissement des limites maximales. Les critères mentionnés ici sont formulés de façon plus détaillée dans la section 1.3.3 du préambule. Seuls sont mentionnés les aspects qui nécessitent davantage de précisions, mais les critères ou aspects qui ne sont pas spécifiquement mentionnés ici ne devraient pas être exclus du processus d'évaluation.

Information toxicologique

Les **conseils intégrés d'un expert toxicologue sur la dose d'ingestion sans risque ou acceptable** d'un contaminant sont essentiels dans la prise de décisions sur les limites maximales dans les aliments. Une recommandation du JECFA au sujet de la dose maximale admissible ou tolérable, fondée sur une évaluation complète d'une base adéquate de données toxicologiques, devrait soutenir les décisions des membres du Codex. En cas d'urgence, la décision peut s'appuyer sur des évaluations moins poussées du JECFA ou sur les conseils d'experts toxicologues appartenant à d'autres organisations internationales ou nationales.

Lorsque l'information toxicologique présentée est liée à des limites maximales proposées pour des contaminants dans l'alimentation humaine et animale, il est souhaitable de disposer des données suivantes:

- identification de la ou des substances toxiques;
- métabolisme chez les êtres humains ou les animaux, selon le cas;
- toxicocinétique et toxicodynamique y compris l'information sur le transfert possible de la substance toxique contenue dans les aliments de consommation animale dans les tissus/produits comestibles d'origine animale;
- information sur la toxicité aiguë et à long terme chez les êtres humains et les animaux, y compris les données épidémiologiques chez les êtres humains et d'autres évaluations toxicologiques pertinentes;
- conclusions et conseils d'un ou plusieurs experts (ou de groupes d'experts) toxicologues, accompagnés des références, y compris les informations sur les groupes de populations particulièrement vulnérables ou les animaux.

Données analytiques

Des données analytiques qualitatives et quantitatives validées sur des échantillons représentatifs sont nécessaires. Des renseignements sur les méthodes d'analyse et d'échantillonnage appliquées et sur la validation des résultats sont souhaitables. A cela, il faut ajouter une déclaration sur la représentativité des échantillons pour déterminer la contamination du produit en général (par exemple à l'échelon national). La portion de produit qui a été analysée et à laquelle se rapporte la teneur en contaminant doit être clairement indiquée et, de préférence, être conforme à la définition du produit établie dans ce but ou à la réglementation correspondante en vigueur pour le contaminant.

L'information sur les méthodes d'échantillonnage adéquate est nécessaire. Une attention toute spéciale est requise dans ce domaine, quand il s'agit de contaminants qui peuvent être répartis dans le produit de manière inégale (par exemple les mycotoxines dans certains produits).

Données sur l'ingestion

Il est souhaitable de disposer d'informations sur les concentrations de contaminants dans les aliments ou les groupes d'aliments qui (ensemble) sont responsables d'au moins la moitié ou, de préférence, de 80 pour cent ou plus, de l'ingestion par voie alimentaire du contaminant concerné, cela tant pour le consommateur de consommation moyenne que celui de consommation élevée.

Des renseignements sur la **présence de contaminant dans les aliments de grande consommation** (produits de base), sont souhaitables parce qu'ils permettent une évaluation satisfaisante de l'ingestion du contaminant et des risques associés au commerce des aliments.

Pour les contaminants qui peuvent être présents dans l'alimentation d'origine animale en tant que conséquence du transfert issu de l'alimentation animale, des informations à propos de la présence du contaminant dans les composants de l'alimentation humaine et animale devraient être fournies. En outre l'ingestion de contaminants par les animaux produisant de la viande et les niveaux en résultant du contaminant dans le produit alimentaire d'origine animale devrait être évalué.

Les données sur l'ingestion des aliments pour des groupes de consommateurs moyennement exposés, très exposés (gros consommateurs) et vulnérables sont souhaitables pour évaluer l'ingestion (potentielle) des contaminants. Toutefois, cette question doit être abordée différemment à l'échelon national et international. C'est pourquoi il est important d'avoir des informations sur des modèles de consommation tant moyenne que forte portant sur une vaste variété de denrées alimentaires, de manière à pouvoir identifier, pour chaque contaminant, les groupes de consommateurs les plus exposés. On devrait aussi disposer de renseignements détaillés sur les modèles de forte consommation, tenant compte à la fois des critères d'identification des groupes (par exemple les différences d'âge ou de sexe, les habitudes alimentaires régionales ou végétariennes, etc.) et des aspects statistiques de la question.

L'ingestion des contaminants par voie alimentaire: les auteurs renvoient aux Directives pour l'étude de l'ingestion de contaminants chimiques par voie alimentaire (OMS 1985 - http://whqlibdoc.who.int/offset/WHO_OFFSET_87.pdf). Il est important de communiquer tous les détails pertinents, tels que le type d'étude envisagé (étude double du régime alimentaire, étude de l'alimentation totale ou du panier de la ménagère, étude sélective) et les données d'ordre statistique. Les calculs de l'ingestion des contaminants obtenus à partir des modèles de consommation peuvent aussi se révéler utiles. Lorsqu'on dispose de données sur des groupes d'aliments ou sur les effets de la préparation et de la cuisson des aliments etc., il serait également bon de les fournir.

Considérations d'ordre technologique

Les informations sur la provenance du contaminant et le mode de contamination des aliments de consommation humaine ou animale (et lorsqu'elles existent, sur la contamination présente dans certaines parties du produit seulement) sont essentielles pour évaluer les possibilités de lutte contre le processus de contamination et pour garantir la fiabilité et la qualité voulue d'un produit. Si possible, il faut proposer **des mesures applicables à la source**. Il faut aussi adopter **de bonnes pratiques de fabrication (BPF)** et/ou **de bonnes pratiques agricoles (BPA)** pour maîtriser un problème de contamination. Le cas échéant, les limites maximales peuvent se fonder sur des considérations relevant des BPF ou des BPA, ce qui permet de les établir à un niveau aussi faible que possible et nécessaire afin de protéger le consommateur. Les considérations relatives aux possibilités technologiques offertes à la solution d'un problème de contamination (le nettoyage, par exemple) lors d'un modèle d'évaluation de risques primaires (ingestion quotidienne maximale théorique) montre des ingestions éventuelles excédant la valeur de référence toxicologique. Une étude détaillée portant sur tous les aspects du problème est alors nécessaire pour que les décisions sur les limites maximales puissent se fonder sur une évaluation minutieuse, tant des arguments en matière de santé publique que des possibilités de respect de la norme proposée et des problèmes qu'elle pose.

Considérations relatives à l'évaluation et à la gestion des risques

L'évaluation et la gestion des risques sont effectuées conformément aux *Principes de travail pour l'analyse des risques en matière de sécurité sanitaire des aliments destinés à être appliqués par les gouvernements* (CAC/GL 62-2007).

Établissement des limites maximales

Si, compte tenu du résultat de l'évaluation des risques, l'établissement d'une limite maximale n'est pas jugé nécessaire à la protection de la santé publique du fait que le niveau de danger/risque ne pose pas de problème en matière de santé publique, il faudra communiquer cette décision de manière accessible et transparente (par exemple en utilisant la structure complète telle que fournie pour le tableau I et de mentionner dans la case de la limite maximale 'pas nécessaire').

L'établissement des limites maximales (LM) pour les contaminants dans l'alimentation humaine ou animale tient compte de plusieurs principes, dont quelques-uns ont déjà été mentionnés dans le présent préambule. Les critères suivants, exposés brièvement, contribueront à l'application d'une politique homogène dans ce domaine:

- Des limites maximales devraient être établies uniquement pour les contaminants qui présentent un risque sérieux pour la santé publique et qui posent ou peuvent poser un problème dans le domaine du commerce international.

- Des limites maximales devraient être établies uniquement pour les aliments dans lesquels un contaminant peut être présent en quantité suffisamment importante pour affecter l'exposition totale du consommateur. Pour déterminer l'importance de certains aliments pour l'exposition totale aux contaminants, les critères contenus dans la section 4 de la Politique du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments en matière d'évaluation de l'exposition aux contaminants et aux toxines présents dans les aliments ou groupes d'aliments (la section IV du Manuel de procédure) devraient être consultés.
- Les limites maximales devraient être établies à un niveau aussi bas que raisonnablement réalisable et aux niveaux nécessaires pour protéger le consommateur. Dans une mesure acceptable sur le plan toxicologique, les limites maximales devraient être établies à un niveau (légèrement) supérieur au champ normal de variation des concentrations dans l'alimentation humaine et animale dont la production a lieu conformément aux techniques adéquates courantes, cela afin d'éviter des perturbations indues dans la production et le commerce de l'alimentation humaine et animale. Si possible, les limites maximales devraient se fonder sur des considérations relevant des BPF et/ou des BPA dans lesquelles les préoccupations sanitaires devraient être intégrées en tant que principe directeur afin d'obtenir des limites maximales aussi faibles que possible et nécessaires pour protéger le consommateur. Les aliments qui sont à l'évidence affectés par une contamination due à une situation locale ou à des conditions de traitement, contamination qui pourrait être évitée par l'application de mesures raisonnables, seront exclus de cette évaluation à moins qu'une limite maximale plus élevée ne soit acceptable du point de vue de la santé publique et que des questions économiques importantes ne soient en jeu.
- Les propositions de limites maximales pour un contaminant dans les produits alimentaires devraient se fonder sur des données provenant de divers pays et sources, y compris des zones et des processus principaux de production, dans la mesure où les produits concernés font l'objet d'un commerce international. Quand il apparaît que les modèles de contamination sont suffisamment bien compris et seront similaires à l'échelle mondiale, des données moins approfondies pourront éventuellement suffire.
- Des limites maximales peuvent être établies pour des groupes de produits, quand on dispose d'informations suffisantes sur le modèle de contamination affectant l'ensemble du groupe, ou quand il existe d'autres arguments en faveur de l'extrapolation.
- Les valeurs numériques utilisées pour les limites maximales devraient, de préférence, être des chiffres arrondis en progression géométrique (0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 etc.), à moins que cela ne crée des problèmes pour l'acceptabilité des limites maximales.
- Les limites maximales devraient s'appliquer aux échantillons représentatifs par lot. Si nécessaire, des méthodes appropriées d'échantillonnage devraient être spécifiées.
- Les limites maximales devraient, de préférence, ne pas être inférieures aux concentrations auxquelles peuvent s'appliquer les méthodes d'analyse mises en place et pratiquées aisément dans les laboratoires de contrôle de l'alimentation humaine et animale, à moins que des considérations de santé publique ne rendent nécessaire une limite maximale inférieure qui suppose une méthode d'analyse plus complexe et plus sensible, basée sur un seuil de détection adéquat plus faible. Dans tous les cas, toutefois, il faudra disposer d'une méthode d'analyse validée pour pouvoir contrôler la limite maximale.
- Le contaminant, tel qu'il devrait être analysé et auquel s'applique la limite maximale, devrait être défini clairement. La définition peut inclure d'importants métabolites, lorsque cela se justifie sur le plan analytique ou toxicologique. Elle peut aussi concerner des indicateurs (substances) choisis dans un groupe de contaminants apparentés.
- Le produit, tel qu'il devrait être analysé et auquel s'applique la limite maximale, devrait être défini clairement. En règle générale, les limites maximales devraient être établies pour des produits de base et sont exprimés en tant que concentration du contaminant par rapport au produit tel qu'il se présente, sur la base du poids du produit frais. Toutefois, il peut y avoir dans certains cas des arguments valables en faveur de l'expression fondée sur le poids du produit sec (ceci peut être en particulier le cas pour les contaminants dans l'alimentation animale) ou sur une base de poids de la graisse (ceci peut en être en particulier le cas pour les contaminants liposolubles). La définition devrait correspondre, de préférence, au produit tel qu'il se présente dans le commerce et comprendre, le cas échéant, des dispositions portant sur l'élimination des parties non comestibles qui pourraient interférer avec la préparation de l'échantillon et l'analyse. Les définitions de produits employées par le CCPR et reprises dans la *Classification des aliments de consommation humaine et animale* (CAC/MISC 4) peuvent être utiles dans ce domaine; d'autres définitions ne seraient employées que

pour des raisons précises. Toutefois, en matière de contaminants, l'analyse et, par conséquent, les LM devraient être fondées, de préférence, sur la partie comestible du produit.

Pour les contaminants liposolubles qui peuvent s'accumuler dans les produits d'origine animale, des dispositions devraient être établies concernant l'application des LM aux produits ayant des teneurs en graisse diverses (comparables aux dispositions prises pour les pesticides liposolubles).

- Pour l'application éventuelle des limites maximales établies pour les produits bruts aux produits traités et aux produits renfermant divers ingrédients, des directives sont souhaitables. Lorsqu'il s'agit de produits concentrés, séchés ou dilués, l'emploi du facteur de concentration ou de dilution permet en général d'obtenir une première estimation des teneurs en contaminants de ces produits traités. De même, la concentration maximale de contaminants dans l'alimentation humaine et animale contenant divers ingrédients peut se calculer à partir de la composition de ce produit de consommation humaine ou animale. Pour pouvoir donner des directives plus appropriées ici, il est souhaitable, cependant, de disposer d'informations sur le comportement du contaminant au cours du traitement (par exemple: lavage, épluchage, extraction, cuisson, séchage, etc.). Lorsque les concentrations de contaminants dans les produits traités diffèrent uniformément des concentrations constatées dans les produits bruts dont ils sont dérivés, et que l'on dispose d'informations suffisantes sur le modèle de contamination, il peut être opportun d'établir des limites maximales distinctes pour ces produits traités. Cela s'applique aussi pour les produits pouvant être contaminés pendant le traitement, mais il est préférable d'établir des LM pour les produits agricoles primaires, teneurs qui peuvent s'appliquer en utilisant des facteurs de conversion appropriés aux aliments de consommation humaine et animale traités dérivés et renfermant différents ingrédients. Une fois ces facteurs suffisamment connus, il faut les incorporer dans la base de données sur le contaminant en indiquant leur relation avec la limite maximale établie pour un produit suivant la structure de la liste des LM ainsi que définis dans l'Annexe II.
- Les LM devraient, de préférence, ne pas dépasser le niveau acceptable dans une première approche (absorption maximale théorique et estimation des risques) de leur admissibilité du point de vue de la santé publique. Si cela pose des problèmes en relation avec les autres critères utilisés pour l'établissement des limites maximales, il sera nécessaire de procéder à de nouvelles évaluations visant à déterminer les possibilités de réduction des concentrations de contaminants, par exemple en améliorant les conditions liées aux BPA et/ou aux BPF. Si cela n'aboutit pas à une solution satisfaisante, il faudra effectuer de nouvelles évaluations des risques et de la gestion des risques présentés par les contaminants, d'un caractère plus approfondi, pour tenter d'arriver à un accord sur une limite maximale acceptable.

Procédure d'évaluation des risques concernant les limites maximales (proposées)

Il est évident que les problèmes posés par les contaminants dans l'alimentation animale et humaine sont plus difficiles à résoudre que lorsqu'il s'agit d'additifs alimentaires ou de résidus de pesticides. Cette situation aura inévitablement une influence sur les limites maximales proposées. Pour promouvoir l'acceptation de ces limites maximales Codex, il est donc important que les évaluations de leur impact sur l'exposition diététique se fassent de manière homogène et réaliste. La procédure comprend une évaluation de l'ingestion par voie alimentaire en fonction des limites maximales proposées ou existantes et de la valeur de la référence toxicologique.

Dans le cas où un contaminant est transféré à partir d'une alimentation animale à une alimentation humaine ou d'origine animale, l'ingestion d'un contaminant par les différentes espèces d'animaux produisant de l'alimentation et les niveaux résultants dans l'alimentation d'origine animale devraient être estimés.

L'estimation la plus pertinente de l'ingestion alimentaire tient compte du modèle national de régime alimentaire et des corrections dues aux changements de la concentration pendant le transport, le stockage, la préparation des aliments, ainsi qu'aux concentrations connues dans les aliments tels que consommés, etc. La prudence est recommandée dans l'utilisation d'autres valeurs que les valeurs moyennes de consommation de produits alimentaires, même si l'on juge approprié l'emploi de données pertinentes de consommation moyenne des aliments pour des sous-groupes identifiables de la population. Pour les contaminants et les toxines naturelles dans les aliments, il est recommandé d'utiliser essentiellement la procédure précitée. Les modèles de consommation alimentaire menant à une plus forte ingestion d'aliments à risques peuvent être employés dans le calcul de l'ingestion, quand cela fait partie d'une politique nationale ou internationale acceptée de protection de la santé et de gestion des risques. Il est recommandé d'adopter une approche harmonisée utilisant un modèle d'estimation approprié d'ingestion aussi proche de la réalité que possible (cf. « *Politique du Comité du Codex sur les contaminants pour l'Évaluation de l'exposition aux contaminants et aux toxines dans les aliments ou groupes d'aliments* » - section IV du Manuel de procédure). Si possible, les données calculées doivent toujours être comparées aux données d'ingestion mesurées. Les propositions de limites maximales seront présentées avec les calculs d'ingestion et les conclusions tirées de l'évaluation des risques portant sur leur impact sur l'ingestion alimentaire et leur

emploi. Le calcul de l'ingestion doit suivre la méthodologie décrite dans la politique du CCFAC en matière d'évaluation de l'exposition et, le cas échéant, être accompagné de la génération des courbes de distribution pour la concentration dans des aliments ou groupes d'aliments spécifiques (voir sections 2 et 4 de la *Politique du Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments en matière d'évaluation de l'exposition aux contaminants et aux toxines présents dans les aliments* – Section IV du Manuel de procédure). Les déclarations des gouvernements sur l'acceptation ou non-acceptation des limites maximales Codex (proposées) doivent faire référence aux calculs d'ingestion spécifiés et aux conclusions de l'évaluation des risques qui étayent leur position.

PRÉSENTATION DE LA NGCTAHA

Introduction

Le Tableau comportera les éléments suivants:

- **Nom du contaminant**
- **Synonymes:** il sera fait mention des symboles, des synonymes, des abréviations, des descriptions scientifiques.
- **Références des réunions du JECFA** (où le contaminant a fait l'objet de débats).
- **DJMTP, DHTP ou valeur de référence analogue:** lorsqu'il s'agit d'une situation complexe, une brève déclaration et des références complémentaires peuvent se révéler nécessaires ici.
- **Définition des contaminants:** définition en fonction de l'analyse du contaminant auquel s'applique la limite maximale.
- **Référence** de la mesure prise à la source ou du code d'usages pour le contaminant, le cas échéant.
- **Liste des limites maximales ou des limites indicatives pour un contaminant;** cette liste se composera des éléments suivants, disposés en colonnes:
 - Produit de consommation animale/produit alimentaire/nom du produit;
 - Valeur numérique ou limite indicative et unités dans laquelle/lesquelles il est exprimé;
 - Portion du produit à laquelle s'applique la limite maximale ou limite indicative
 - Notes/Remarques, y compris des références à des normes de produit Codex pertinentes, définition du produit

TABLEAU
LIMITES MAXIMALES ET INDICATIVES POUR DES CONTAMINANTS ET DES TOXINES DANS LES
ALIMENTS

INDEX DES CONTAMINANTS

NOM	PAGE
Mycotoxines	
Aflatoxines, totales	14
Aflatoxine M ₁	35
Déoxynivalénol (DON)	36
Fumonisines	37
Ochratoxine A	38
Patuline	39
Métaux lourds	
Arsenic	40
Cadmium	41
Plomb	44
Mercuré	50
Méthylmercure	51
Étain	52
Radionucléides	54
Autres	
Acrylonitrile	60
Chloropropanol	61
Acide cyanhydrique	62
Mélamine	63
Chlorure de vinyle monomère	64

NOTES EXPLICATIVES

Référence au JECFA	Références à la réunion du JECFA qui a examiné le contaminant et 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 contaminant	Définition du contaminant sous la forme à laquelle la LM 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.
Nom du produit	<p>Les produits, auxquels les LM ou les LI s'appliquent, autres que les termes aliments de consommation animale ou aliments de consommation humaine, sont ceux qui sont destinés à la consommation humaine sauf indication contraire.</p> <p>Les LM ou les LI contenues dans les normes de produits Codex s'appliquent aux produits dans le champ d'application de la norme de produits Codex. Une référence à la norme Codex est fournie et la définition du produit est la définition, comme indiquée dans la norme de produit Codex.</p> <p>Quand la LM ou LI s'applique seulement au produit dans le domaine de la norme de produit Codex, la référence est mentionnée ainsi " Les/La norme(s) de produits du Codex pertinente(s) est (sont)...". Si la référence aux normes de produit Codex est fournie comme exemple des produits auxquels s'appliquent la LM ou LI, la référence est mentionnée ainsi "Les normes de produits Codex pertinentes sont...".</p> <p>Pour les autres produits non contenus dans les normes de produits Codex, la définition du produit est fournie dans la classification Codex des aliments destinés à la consommation humaine et animale (CAC/MISC 4), sauf indication contraire.</p> <p>Dans le cas où une LM ou LI s'applique à un groupe de produits (par exemple légumineuses), La LM ou LI s'applique à tous les produits individuels appartenant au groupe, tel que défini dans le document CAC/MISC 4.</p> <p>Pour tout autre produit autre que ceux décrits ci-dessus, le cas échéant, la définition du produit est fournie dans « Notes/remarques ».</p>
Portion du produit à laquelle s'applique la limite maximale (LM) ou la limite indicative (LI)	La portion de l'aliment de consommation humaine ou animale à laquelle la LM ou LI s'applique est la portion définie dans la norme de produits Codex ou CAC/MISC 4 ou définie à l'établissement de la LM ou de la LI, sauf indication contraire.

DÉFINITIONS DE QUELQUES TERMES TOXICOLOGIQUES

DJMTP	<p>Dose journalière maximale tolérable provisoire</p> <p>Le seuil utilisé pour les contaminants dont les propriétés ne sont pas cumulatives. Sa valeur représente l'exposition humaine admise suite à la contamination naturelle des aliments et de l'eau potable par la substance. Pour les micro-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.</p>
DHTP	<p>Dose hebdomadaire tolérable provisoire</p> <p>Le seuil utilisé pour les contaminants alimentaires comme les métaux lourds dont les propriétés sont cumulatives. Sa valeur représente l'exposition à ces contaminants hebdomadaire admise pour l'homme, involontairement associée à la consommation d'aliments autrement sains et nutritifs.</p>
DMPT	<p>Dose mensuelle tolérable provisoire</p> <p>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 à un contaminant mensuelle admise pour l'homme, involontairement associé à des aliments autrement sains et nutritifs.</p>

AFLATOXINES, TOTALES

Référence au JECFA:	31 (1987), 46 (1996), 49 (1997), 68 (2007)
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 contaminant:	Aflatoxines totales (B ₁ + B ₂ + G ₁ + G ₂)
Synonymes:	Abréviations, AFB, AFG, suivis d'un numéro pour désigner les composés spécifiques
Codes d'usages correspondants:	<i>Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination des arachides par les aflatoxines (CAC/RCP 55-2004)</i> <i>Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination des fruits à coque par les aflatoxines (CAC/RCP 59-2005)</i> <i>Code d'usages pour la réduction en aflatoxine B1 dans les matières premières et les aliments d'appoint destinés au bétail laitier (CAC/RCP 45-1997)</i> <i>Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination par les aflatoxines des figes sèches (CAC/RCP 65-2008)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) µg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Amandes	10	Produit entier après retrait de la coque	La LM s'applique aux amandes « prêtes à consommer» (**). Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 2.
Amandes	15	Produit entier après retrait de la coque	La LM s'applique aux amandes destinées à une transformation ultérieure (*). Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 2.
Noix du Brésil	10	Produit entier	La LM s'applique aux noix du Brésil écalées « prêtes à consommer» (**). Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 2.
Noix du Brésil	15	Produit entier	La LM s'applique aux noix du Brésil écalées destinées à une transformation ultérieure (*). Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 2.
Noisettes	10	Produit entier après retrait de la coque	La LM s'applique aux noisettes, aussi connues en tant qu'avelines, « prêtes à consommer» (**). Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 2.
Noisettes	15	Produit entier après retrait de la coque	La LM s'applique aux noisettes, aussi connues en tant qu'avelines, destinées à une transformation ultérieure (*) Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 2.
Arachides	15	À moins que spécifiée, graine ou amandes, après retrait de la coque ou de l'enveloppe	La LM s'applique aux arachides également connues comme cacahuètes, destinées à une transformation ultérieure (*). Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 1.

Nom du produit	Limite maximale (LM) µg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Pistaches	10	Produit entier après retrait de la coque	La LM s'applique aux pistaches « prêtes à consommer » (**). Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 2.
Pistaches	15	Produit entier après retrait de la coque	La LM s'applique aux pistaches destinées à une transformation ultérieure. (*) Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 2.
Figues sèches	10	Produit entier	La LM s'applique aux figues sèches « prêtes à consommer » (**). Pour le plan d'échantillonnage, voir l'Annexe 3.
(*) « destiné(e) à une transformation ultérieure » signifie qu'ils (elles) sont destinés à subir une transformation/un traitement supplémentaire qui a permis de réduire les concentrations d'aflatoxines avant d'être utilisé(e)s comme ingrédient dans les produits alimentaires, autrement transformés ou proposés pour la consommation humaine. Les procédés qui ont permis de réduire les concentrations d'aflatoxines sont le décorticage, le blanchiment suivi du tri par la couleur et du tri par gravité spécifique et couleur (dommages). Il existe quelques preuves de la réduction des aflatoxines dans les pistaches par torréfaction, mais aucune preuve n'a encore été fournie pour les autres fruits à coque.			
(**) « prêt(e)s à consommer » signifie qu'ils(elles) ne sont pas destiné(e)s à subir une transformation/un traitement supplémentaire qui ont permis de réduire les concentrations d'aflatoxines avant d'être utilisé(e)s comme ingrédient dans les produits alimentaires, autrement transformés ou proposés pour la consommation humaine.			

Annexe 1

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES AFLATOXINES TOTALES CONTENUES DANS LES ARACHIDES DESTINÉES À UNE TRANSFORMATION ULTÉRIEURE

INTRODUCTION

1. Le plan d'échantillonnage nécessite un échantillon de laboratoire unique de 20 kg d'arachides décortiquées (27 kg d'arachides en coque) qui sera prélevé sur un lot (sous-lot) d'arachides et testé pour déterminer que la limite maximale de 15 microgrammes d'aflatoxines totales par kilogrammes ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ne sera pas dépassée.
2. Ce plan d'échantillonnage a été conçu à des fins d'appréciation et de contrôle concernant les aflatoxines totales 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 supplémentaire:	Quantité de matériel prélevé en n'importe quel point du lot ou du sous-lot.
Échantillon global:	Total de tous les échantillons supplémentaires provenant du lot ou du sous-lot. L'échantillon global doit être au moins aussi gros que l'échantillon de laboratoire de 20 kg.
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 20 kg, un échantillon de 20 kg doit être prélevé au hasard sur l'échantillon global. L'échantillon doit être moulu finement et mélangé minutieusement en utilisant un processus proche d'une homogénéisation aussi complète que possible.
Prise d'essai:	Partie de l'échantillon de laboratoire pulvérisé. L'échantillon de laboratoire entier de 20 kg doit être pulvérisé dans un broyeur. Une partie de cet échantillon est prélevée d'une manière aléatoire pour l'extraction de l'aflatoxine aux fins de l'analyse chimique. Selon la capacité du broyeur, l'échantillon global de 20 kg peut être divisé en plusieurs échantillons de même taille, si tous les résultats atteignent la moyenne.

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 spécifications figurant au tableau 1 ci-après.
4. Compte tenu 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 supplémentaires	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 supplémentaires par lots de moins de 15 tonnes

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

Tableau 2. Nombre d'échantillons supplémentaires à prélever selon le poids du lot

Poids du lot en tonnes – (T)	Nombre d'échantillons supplémentaires
$T \leq 1$	10
$1 < T \leq 5$	40
$5 < T \leq 10$	60
$10 < T < 15$	80

Collecte des échantillons supplémentaires

6. Les procédures suivies pour collecter les échantillons supplémentaires 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 supplémentaires suppriment ou réduisent les possibilités pour chaque arachide du lot d'être choisie.
7. Étant donné qu'il n'y a pas 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 fragments du produit prélevés en différents points du lot. Si l'échantillon global est plus gros qu'on ne le souhaitait, il faut le mélanger et 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 contenue soit dans un seul grand conteneur 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. Prélever un échantillon global dans un lot statique exige habituellement l'emploi de sondes pour collecter le produit dans le lot. Les sondes utilisées devraient être conçues en fonction du type de conteneur. La sonde 1) devrait être assez longue pour atteindre tout le produit, 2) ne devrait exclure aucun élément du lot de la collecte, et 3) ne devrait pas altérer les éléments du lot. Comme mentionné ci-dessus, l'échantillon global devrait 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 supplémentaires sont prélevés, est fonction du poids du lot (LT), du poids de l'échantillon supplémentaire (IS), du poids de l'échantillon global (AS) et du poids d'un paquet individuel (IP), comme suit:

$$\text{Équation 1: } SF = (LT \times IS) / (AS \times IP)$$

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

11. Pour obtenir un échantillonnage véritablement aléatoire, il faut prendre un échantillon global dans un flux continu d'arachides lorsque le lot est transféré, par exemple, par une courroie transporteuse d'un endroit à l'autre. Lorsqu'on prélève des échantillons dans un flux, il faut prendre de petits fragments de 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 sont vendus dans le commerce, dotés de compte-minutes, qui effectuent automatiquement des prélèvements dans le 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 des échantillons supplémentaires. Que l'on utilise des méthodes automatiques ou des méthodes manuelles, de petits fragments d'arachide doivent être recueillis et mélangés à intervalles fréquents et réguliers dans tout le flux d'arachides après le 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 devrait 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 suivantes:

$$\text{Équation 2: } S = (D \times LT) / (T \times V)$$

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:

$$\text{Équation 3: } SF = (S \times V) / (D \times MR)$$

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 30 cm/sec. Calcul de T dans l'équation 2.

$$T = (5,08 \text{ cm} \times 30\,000 \text{ kg}) / (20 \text{ kg} \times 30 \text{ cm/sec}) = 254 \text{ sec}$$

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 supplémentaires) seront effectués dans le lot. Cela pourrait ne pas suffire, en ce sens que trop de produit passe à travers le dispositif entre chaque prélèvement.

Poids de l'échantillon supplémentaire

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

Emballage et envoi des échantillons

19. Chaque échantillon de laboratoire devra 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 devront être prises pour éviter tout changement dans la composition de l'échantillon de laboratoire qui pourrait survenir durant le transport ou l'entreposage.

Fermeture et étiquetage des échantillons

20. Chaque échantillon de laboratoire prélevé pour un usage officiel devra 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 faudrait 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 en particulier homogénéisés avec un très grand soin. Tout échantillon de laboratoire obtenu à partir d'un échantillon collectif doit être utilisé pour l'homogénéisation et le broyage de l'échantillon.
23. L'échantillon doit être finement broyé et mélange avec soin, à l'aide d'une méthode permettant 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) représente un 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.

Prise d'essai

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

D. MÉTHODES ANALYTIQUES

Généralités

26. On utilisera des méthodes critères qui comportent 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 spécifiée. Les critères de performance établis pour les méthodes devraient comprendre tous les paramètres que chaque laboratoire doit respecter tels que le seuil de détection, le coefficient de variation de la répétabilité, le coefficient de la variation de la reproductibilité et le taux de récupération nécessaires pour diverses restrictions statutaires. En adoptant cette approche, les laboratoires seraient libres d'utiliser la méthode d'analyse convenant le mieux 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 sont en permanence l'objet d'un suivi et d'une mise à jour en fonction des progrès technologiques.

Critères de performance pour les méthodes d'analyse

Tableau 3. Spécifications auxquelles les méthodes d'analyse doivent satisfaire

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 _r = 0,66 fois fidélité RSD _R à la concentration souhaitée			

- Les seuils de détection des méthodes utilisées ne sont pas fixés 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 :

$$RSD_R = 2^{(1-0,5\log C)}$$

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 = 100 g/100 g, 0,001 = 1 000 mg/kg)

27. Il s'agit là d'une équation de fidélité généralisée qui est indépendante de la substance à analyser et de la matrice et ne dépend que de la concentration pour les méthodes d'analyse les plus répandues.

Annexe 2

PLANS D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LA CONTAMINATION PAR LES AFLATOXINES DES FRUITS À COQUE PRÊTS À CONSOMMER ET DES FRUITS À COQUE DESTINÉS À UNE TRANSFORMATION ULTÉRIEURE: AMANDES, NOISETTES, PISTACHES ET NOIX DU BRÉSIL ÉCALÉES

DÉFINITION

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'expéditeur ou le marquage.
Sous-lot	Partie déterminée d'un lot plus gros sur laquelle sera appliquée la méthode d'échantillonnage. Chaque sous-lot doit être physiquement distinct et identifiable.
Plan d'échantillonnage	Il est défini par une procédure d'essai pour les aflatoxines et un niveau d'acceptation/rejet. Cette procédure comprend trois étapes: collecte de l'échantillon, préparation de l'échantillon et analyse de quantification des aflatoxines. Le niveau d'acceptation/rejet est un seuil de tolérance habituellement égal au niveau maximal Codex.
Échantillon progressif	Quantité de matériau prélevé à un point unique aléatoire dans le lot ou le sous-lot.
Échantillon global	Total de tous les échantillons progressifs prélevés dans le lot ou le sous-lot. L'échantillon global doit être au moins aussi important que l'échantillon ou le total des échantillons de laboratoire.
Échantillon de laboratoire	La plus petite quantité de fruits à coque pulvérisé dans un broyeur. L'échantillon de laboratoire peut être une portion ou la totalité de l'échantillon global. Si l'échantillon global est plus important que le(s) échantillon(s) de laboratoire, le(s) échantillon(s) de laboratoire devra/devront être prélevé(s) de façon aléatoire dans l'échantillon global.
Prise d'essai	Portion de l'échantillon de laboratoire pulvérisé. L'échantillon de laboratoire total devra être pulvérisé dans un broyeur. Une portion de cet échantillon pulvérisé est prélevée de manière aléatoire pour en extraire les aflatoxines aux fins de l'analyse chimique.
Fruits à coque prêts à consommer	Les fruits, qui ne sont pas destinés à subir une transformation/un traitement ultérieur, qui a permis de réduire les concentrations d'aflatoxines avant d'être utilisés en tant qu'ingrédient dans les produits alimentaires, autrement transformés ou proposés à la consommation humaine.
Fruits à coque destinés à une transformation ultérieure	Les fruits, qui sont destinés à subir une transformation/un traitement supplémentaire, qui ont prouvé réduire les niveaux d'aflatoxines avant d'être utilisés en tant qu'ingrédient dans les denrées alimentaires, transformés autrement ou proposés à la consommation humaine. Les procédés qui ont prouvé réduire les niveaux d'aflatoxines sont le décorticage, le blanchiment suivi par l'assortiment de couleur et l'assortiment par gravité spécifique et couleur (dommages). Il existe quelques preuves de la réduction des aflatoxines dans les pistaches par torréfaction, mais aucune preuve n'a encore été fournie pour les autres fruits à coque.
Courbe d'efficacité (OC)	Un graphique de la probabilité de l'acceptation d'un lot par rapport à la concentration dans le lot lors de l'utilisation d'un modèle de plan d'échantillonnage donné. La courbe d'efficacité fournit une estimation des bons lots rejetés (risque de l'exportateur) et des mauvais lots acceptés (risque de l'importateur) par un modèle donné de plan d'échantillonnage pour les aflatoxines.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES AUX MODÈLES DE PLANS D'ÉCHANTILLONNAGE

1. Les importateurs peuvent commercialement classer les fruits à coque soit en tant que « prêts à consommer » (RTE) ou « destinés à une transformation ultérieure » (DFP). En conséquence, les limites maximales et les plans d'échantillonnage sont proposés pour les deux types commerciaux de fruits à coque. Les limites maximales pour les fruits à coque destinés à une transformation ultérieure et pour les fruits à coque prêts à consommer doivent être définis avant de prendre une décision finale à propos du modèle de plan d'échantillonnage.
2. Les fruits à coque peuvent être commercialisés soit en tant que fruits en coque ou en tant que fruits décortiqués. Par exemple, les pistaches sont essentiellement commercialisées en tant que fruits en coque alors que les amandes sont principalement commercialisées en tant que fruits décortiqués.
3. Les statistiques d'échantillonnage, figurant dans l'appendice I s'appuient sur l'incertitude et la répartition des aflatoxines dans les échantillons de laboratoire des fruits décortiqués. Parce que le nombre des fruits décortiqués par kg est différent pour chacun des fruits à coque, **la taille de l'échantillon de laboratoire est exprimée en nombre de noix à des fins statistiques. Toutefois, le nombre de fruits décortiqués par kg pour chaque fruit à coque, figurant dans l'appendice I peut être utilisé pour convertir la taille de l'échantillon de laboratoire exprimée en nombre de fruits en masse et vice versa.**
4. Les estimations incertaines associées à l'échantillonnage, à la préparation de l'échantillon et à l'analyse, figurant dans l'Annexe, et la distribution binominale négative sont utilisées pour calculer les courbes d'efficacité (OC) qui décrivent la performance des plans d'échantillonnage proposés pour les aflatoxines.
5. Dans l'Annexe, la variance analytique reflète un écart-type relatif de reproductibilité de 22 pour cent, qui est suggéré par Thompson et qui est fondé sur les données du schéma de l'évaluation de la performance de l'analyse des aliments (FAPAS). Un écart-type relatif de 22 pour cent est considéré par FAPAS comme une mesure appropriée du meilleur accord qui peut être obtenu de façon fiable entre les laboratoires. Une incertitude analytique de 22 pour cent est plus grande que la variation au sein du laboratoire mesurée dans les études d'échantillonnage pour les quatre fruits à coque.
6. La question relative à la correction du résultat du test analytique pour le recouvrement n'est pas abordée dans ce document. Toutefois, le tableau 2 indique différents critères de performance pour les méthodes analytiques y compris les suggestions pour la fourchette des taux de recouvrement acceptables.

PROCÉDURE D'ESSAI POUR LES AFLATOXINES ET LIMITES MAXIMALES

7. Un plan d'échantillonnage pour les aflatoxines est défini par une procédure d'essai pour les aflatoxines et un niveau maximal. Les valeurs des limites maximales proposées et de la procédure d'essai pour les aflatoxines sont indiquées ci-après dans la présente section.
8. Les limites maximales pour les aflatoxines totales dans les fruits à coque (amandes, noisettes, pistaches et noix du Brésil décortiquées) « prêts à consommer » et « destinés à une transformation ultérieure » sont de 10 et 15 µg/kg, respectivement.
9. Le choix du nombre et de la taille de l'échantillon de laboratoire est un compromis entre les risques de minimalisation (faux positifs et faux négatifs) et les coûts liés à l'échantillonnage et aux restrictions commerciales. Pour simplifier, il est recommandé que les plans d'échantillonnage proposés pour les aflatoxines utilisent un échantillon global de 20 kg pour les quatre fruits à coque.
10. Les deux plans d'échantillonnage (pour les fruits « prêts à consommer » et « destinés à une transformation ultérieure ») ont été conçus pour application et contrôles concernant les aflatoxines totales dans les cargaisons en vrac (lots) des fruits à coque commercialisés dans le marché de l'export.

Fruits à coque destinés à une transformation ultérieure

Limite maximale	–	15 µg/kg d'aflatoxines totales
Nombre d'échantillons de laboratoire	–	1
Taille de l'échantillon de laboratoire	–	20 kg
Amandes	–	décortiquées
Noisettes	–	décortiquées
Pistaches	–	en coque (équivalent à environ 10 kg de pistaches décortiquées calculé sur la base de la portion comestible réelle dans l'échantillon)
Noix du Brésil	–	décortiquées

Préparation de l'échantillon	–	broyage à sec à l'aide d'un concasseur à couteaux verticaux de type broyeur mélangeur et prise d'essai. De préférence, les noix du Brésil seront broyées en bouillie.
Méthode analytique	–	basée sur la performance (voir tableau 2)
Règle de décision	–	Si le résultat du test pour les aflatoxines est inférieur ou égal à 15 µg/g d'aflatoxines totales, alors le lot doit être accepté. Sinon, il faut rejeter le lot.

Fruits à coque prêts à consommer

Limite maximale	–	10 µg/kg d'aflatoxines totales
Nombre d'échantillons de laboratoire	–	2
Taille de l'échantillon de laboratoire	–	10 kg
Amandes	–	décortiquées
Noisettes	–	décortiquées
Pistaches	–	en coque (équivalent à environ 15 kg de pistaches décortiquées calculé sur la base de la portion comestible réelle dans l'échantillon)
Noix du Brésil	–	décortiquées
Préparation de l'échantillon	–	broyage à sec à l'aide d'un concasseur à couteaux verticaux de type broyeur mélangeur et prise d'essai. De préférence, les noix du Brésil seront broyées en bouillie.
Méthode analytique	–	basée sur la performance (voir Tableau 2)
Règle de décision	–	Si le résultat du test pour les aflatoxines est inférieur ou égal à 10 µg/g d'aflatoxines totales, alors le lot doit être accepté. Sinon, il faut rejeter le lot.

11. Pour assister les pays membres à mettre en œuvre ces deux plans d'échantillonnage du Codex, les méthodes de sélection des échantillons, les méthodes de préparation des échantillons et les méthodes analytiques requises pour quantifier les aflatoxines dans les échantillons de laboratoire prélevés dans les lots en vrac de fruits à coque sont décrits dans les sections suivantes.

SÉLECTION DES ÉCHANTILLONS

MATÉRIAU À ÉCHANTILLONNER

12. Chaque lot qui a besoin d'être examiné pour les aflatoxines, doit être échantillonné séparément. Les lots supérieurs à 25 tonnes doivent être sous divisés en sous-lots afin d'être échantillonnés séparément. Si un lot est supérieur à 25 tonnes, le nombre de sous-lots est égal au poids du lot en tonnes divisé par 25 tonnes. Il est recommandé qu'un lot ou un sous-lot ne dépasse pas 25 tonnes. Le poids minimum d'un lot doit être de 500 g.
13. En tenant compte du fait que le poids du lot n'est pas toujours un multiple exact des sous-lots de 25 tonnes, le poids du sous-lot peut excéder le poids mentionné d'un maximum de 25 pour cent.
14. Les échantillons doivent être prélevés dans le même lot, c'est-à-dire qu'ils doivent avoir le même code de lot ou au moins la même date limite de consommation. Tout changement qui affecterait la teneur en mycotoxine, la détermination analytique ou rendrait les échantillons globaux collectés non représentatifs doit être évité. Par exemple, il convient de ne pas ouvrir un emballage dans des conditions climatiques néfastes ou ne pas exposer les échantillons à une moisissure excessive ou à la lumière du jour. Éviter la contamination croisée provenant d'autres cargaisons potentiellement contaminées environnantes.
15. Dans la plupart des cas, tout camion ou conteneur doit être déchargé afin de permettre la réalisation d'un échantillonnage représentatif.

SÉLECTION DES ÉCHANTILLONS PROGRESSIFS

16. Les procédures utilisées pour prélever les échantillons progressifs dans un lot de fruits à coque sont extrêmement importantes. Chaque fruit individuel dans le lot doit avoir les mêmes chances d'être sélectionné. Des biais seront créés par les méthodes de sélection des échantillons si le matériel et les procédures utilisés pour sélectionner les échantillons progressifs entravent ou réduisent les chances d'un fruit d'être choisi dans un lot.

17. Comme il n'y a aucun moyen de savoir si les noyaux des fruits à coque contaminés sont uniformément répartis dans le lot, il est essentiel que l'échantillon global soit constitué par l'accumulation de nombreux échantillons progressifs du produit prélevé dans des endroits différents de l'ensemble du lot. Si l'échantillon global est plus important que prévu, il faudra le mélanger et le subdiviser jusqu'à obtention de la taille désirée pour l'échantillon de laboratoire.

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS PROGRESSIFS POUR LES LOTS DE POIDS DIVERS

18. Le nombre et la taille de (des) échantillon(s) de laboratoire ne varieront pas avec la taille des lots (sous-lots). Toutefois, le nombre et la taille de (des) échantillon(s) progressif(s) varieront avec la taille du lot (sous-lot).
19. Le nombre d'échantillons progressifs prélevés dans un lot (sous-lot) dépend du poids du lot. Le tableau 1 peut être utilisé afin de déterminer le nombre d'échantillons progressifs à prélever des lots et des sous-lots de différentes tailles inférieures à 25 tonnes. Le nombre d'échantillons progressifs varie d'un minimum de 10 jusqu'à un maximum de 100.

Tableau 1. Nombre et taille des échantillons progressifs composés pour un échantillon global de 20 kg^a en tant que fonction du poids du lot (ou sous-lot)

Poids ^b du lot ou du sous-lot (T= tonnes)	Nombre minimal d'échantillons progressifs	Taille ^c minimale de l'échantillon global (g)	Taille minimale de l'échantillon global (kg)
T < 1	10	2 000	20
1 ≤ T < 5	25	800	20
5 ≤ T < 10	50	400	20
10 ≤ T < 15	75	267	20
15 ≤ T	100	200	20

a / Taille minimale de l'échantillon global = taille de l'échantillon de laboratoire de 20 kg

b / 1 Tonne = 1 000 kg

c / Taille minimale de l'échantillon progressif = taille de l'échantillon de laboratoire (20 kg) / nombre minimal d'échantillons progressifs, soit pour 0,5 < T < 1 tonne, 2 000 g = 20 000/10

POIDS DE L'ÉCHANTILLON PROGRESSIF

20. Le poids minimum suggéré de l'échantillon progressif doit être approximativement de 200 grammes pour les lots de 25 tonnes métriques (25.000 kg). Le nombre et/ou la taille des échantillons progressifs devront être plus élevés que ce qui est suggéré dans le tableau 1 pour les tailles de lots inférieurs à 25.000 kg afin d'obtenir un échantillon global plus grand ou égal à l'échantillon de laboratoire de 20 kg.

LOTS STATIQUES

21. On entend par lot statique une grande masse de fruits à coque contenue soit dans un seul grand conteneur comme un chariot, un camion ou un wagon, ou dans de nombreux petits conteneurs tels que des sacs ou des boîtes, les fruits étant statiques au moment où l'échantillon est collecté. Collecter un échantillon véritablement aléatoire dans un lot statique peut être difficile car tous les conteneurs du lot ou du sous-lot ne sont pas nécessairement accessibles.
22. Prélever un échantillon global dans un lot statique exige habituellement l'emploi de sondes pour collecter le produit dans le lot. Les sondes utilisées doivent être spécialement conçues en fonction du produit et du type de conteneur. La sonde 1) doit être assez longue pour atteindre tout le 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.
23. Pour les lots commercialisés sous emballages individuels, la fréquence d'échantillonnage (SF), ou le nombre de paquets dans lesquels les échantillons progressifs sont prélevés, est fonction du poids du lot (LT), du poids de l'échantillon progressif (IS), du poids de l'échantillon global (AS) et du poids d'un paquet individuel (IP), comme suit:

$$\text{Équation 1: } SF = (LT \times IS) / (AS \times IP)$$

24. 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 DYNAMIQUES

25. Les échantillons globaux représentatifs peuvent être obtenus plus facilement en sélectionnant des échantillons progressifs à partir d'un flux continu de fruits à coques lorsque le lot est transféré d'un endroit à un autre. Lorsqu'on prélève des échantillons dans un flux, il faut prendre de petits fragments de produit sur toute la longueur du flux et mélanger les échantillons progressifs pour obtenir un échantillon global; si l'échantillon global est plus important que l'(les) échantillon(s) de laboratoire requis, il faut mélanger et subdiviser cet échantillon pour obtenir l'(les)échantillon(s) de laboratoire de la taille requise.
26. Les dispositifs d'échantillonnage automatique tels que l'échantillonneur transversal sont vendus dans le commerce, dotés de compte minutes, qui effectuent automatiquement des prélèvements à l'aide d'un bec déflecteur dans le 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 progressifs. Que l'on utilise des méthodes automatiques ou des méthodes manuelles, les échantillons progressifs doivent être prélevés et mélangés à intervalles fréquents et réguliers tout au long du passage du flux des fruits à coque au point d'échantillonnage.
27. Les échantillonneurs transversaux doivent être installés de la manière suivante: 1) le plan de l'ouverture du bec déflecteur doit être perpendiculaire à la direction du flux, 2) le bec déflecteur doit traverser toute la section du flux; et 3) l'ouverture du bec déflecteur doit être assez large pour pouvoir collecter tous les éléments intéressants du lot. En règle générale, la largeur de l'ouverture du bec déflecteur doit être d'environ trois fois les dimensions les plus grandes des éléments du lot.

28. La taille de l'échantillon global (S) en kg, prélevé dans un lot par un échantillonneur transversal est la suivante:

$$\text{Équation 2: } S = (D \times LT) / (T \times V)$$

où D est la largeur de l'ouverture du bec déflecteur (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 bec.

29. 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 automatique peut être calculé à partir de l'équation 3 en tant que fonction de S, V, D, et MR.

$$\text{Équation 3: } SF = (S \times V) / (D \times MR)$$

30. On peut aussi utiliser les équations 2 et 3 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 20000 kg, si la largeur de l'ouverture du bec déflecteur est de 5,0 cm et la vitesse du bec déflecteur dans le flux de 30 cm/sec. Calcul de T dans l'équation 2,

$$T = (5,0 \text{ cm} \times 20\,000 \text{ kg}) / (20 \text{ kg} \times 30 \text{ cm/sec}) = 250 \text{ sec.}$$

31. Si le lot se déplace à raison de 500 kg par minute, le lot entier traversera l'échantillonneur en 40 minutes (2.400 sec) et seulement 9,6 prélèvements (neuf échantillons progressifs) seront effectués par le bec dans le lot (équation 3). Cela pourrait ne pas suffire, en ce sens qu'une trop grande quantité de produit (2.083,3 kg) traverse l'échantillonneur entre chaque prélèvement effectué par le bec à travers le flux.

EMBALLAGE ET TRANSPORT DES ÉCHANTILLONS

32. Chaque échantillon de laboratoire devra être placé dans un récipient propre et inerte offrant une protection adéquate contre la contamination, la lumière du jour, et contre tout dommage dû au transport ou à l'entreposage. Toutes les précautions nécessaires devront être prises pour éviter tout changement dans la composition de l'échantillon de laboratoire qui pourrait survenir durant le transport ou l'entreposage. Les échantillons devront être entreposés dans un endroit frais et dans l'obscurité.

PLOMBAGE ET ÉTIQUETAGE DES ÉCHANTILLONS

33. Chaque échantillon de laboratoire prélevé pour un usage officiel devra être plombé 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'analyste.

PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

PRÉCAUTIONS

34. La lumière du jour est autant que possible à éviter pendant la préparation des échantillons, car les aflatoxines peuvent se décomposer progressivement sous l'influence des ultraviolets. Par ailleurs, la température ambiante et l'humidité relative doivent être contrôlées afin de ne pas favoriser le développement des moisissures et la formation des aflatoxines.

HOMOGENÉISATION - BROYAGE

35. Comme la répartition des aflatoxines est extrêmement hétérogène, les échantillons de laboratoire doivent être homogénéisés en broyant la totalité des échantillons soumis au laboratoire. L'homogénéisation est un procédé qui réduit la taille des particules et disperse les particules contaminées de façon homogène dans l'ensemble de l'échantillon de laboratoire pulvérisé.
36. L'échantillon de laboratoire doit être finement broyé et parfaitement mélangé grâce à un procédé qui permet à l'homogénéisation d'être aussi complète que possible. L'homogénéisation complète implique que la taille des particules est extrêmement réduite et que la variabilité associée à la préparation de l'échantillon (Annexe I) est proche de zéro. Après broyage, le broyeur doit être nettoyé pour prévenir toute contamination croisée.
37. L'utilisation de concasseurs à couteaux verticaux de type broyeur mélangeur qui mélangent et hachent l'échantillon de laboratoire en pâte représente un compromis en termes du coût et de la finesse du hachis ou de la réduction de la taille des particules. Une meilleure homogénéisation (hachis plus fin), comme une bouillie liquide, peut être obtenue au moyen de matériel plus sophistiqué et fournira la variance liée à la préparation des échantillons la plus faible.

PRISE D'ESSAI

38. La taille recommandée de la prise d'essai obtenue à partir de l'échantillon de laboratoire broyé doit être approximativement de 50 g. Si l'échantillon de laboratoire est utilisé en utilisant une bouillie liquide, la bouillie doit contenir 50 g de masse de fruits.
39. Les procédures de sélection de la prise d'essai de 50 g dans l'échantillon de laboratoire pulvérisé doivent être appliquées de façon aléatoire. Si le mélange a eu lieu pendant ou après le processus de pulvérisation, la prise d'essai de 50 g peut être prélevée dans n'importe quelle partie de l'échantillon de laboratoire. Sinon, la prise d'essai de 50 g doit être obtenue par accumulation de plusieurs petites portions prélevées dans l'ensemble de l'échantillon de laboratoire.
40. Il est recommandé de prélever trois prises d'essai dans chaque échantillon de laboratoire pulvérisé. Les trois prises d'essai seront utilisées aux fins d'application, d'appel et de confirmation, le cas échéant.

MÉTHODES ANALYTIQUES

GÉNÉRALITÉS

41. Il conviendra d'utiliser une approche à base de critères, qui fixe une série de critères d'efficacité auxquels la méthode d'analyse utilisée doit être conforme. Cette approche à base de critères 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 spécifiée. Les critères d'efficacité établis pour les différentes méthodes devront inclure tous les paramètres à respecter par chaque laboratoire, tels que le seuil de détection, le coefficient de variation de la répétabilité (au sein du laboratoire), le coefficient de variation de la reproductibilité (entre les laboratoires) et le taux de récupération nécessaire pour diverses restrictions statutaires. Les méthodes d'analyse qui sont acceptées par les chimistes à l'échelle internationale (par exemple, les méthodes AOAC) peuvent être utilisées. Ces méthodes font régulièrement l'objet d'un suivi et d'une mise à jour en fonction des progrès technologiques.

CRITÈRES D'EFFICACITÉ POUR LES MÉTHODES D'ANALYSE

42. Une liste de critères et de niveaux de performance est indiquée dans le tableau 2. En utilisant cette approche, les laboratoires seraient libres d'utiliser la méthode analytique la plus appropriée à leurs installations.

Tableau 2. Critères spécifiques auxquels doivent se conformer les méthodes d'analyse

Critères	Marge de concentration (ng/g)	Valeur recommandée	Valeur maximale autorisée
Blancs	Tout	Négligeable	n/a
Recouvrement	1 à 15	70 à 100%	n/a
	> 15	80 à 110%	n/a
Fidélité ou déviation relative standard RSD _R (Reproductibilité)	1 à 120	Équation 4	2 x valeur obtenue de l'Équation 4
	> 120	Équation 5	2 x valeur obtenue de l'Équation 5
Fidélité ou déviation relative standard RSD _r (répétitivité)	1 à 120	Calculé en tant que 0,66 fois fidélité RSD _R	n/a
	> 120	Calculé en tant que 0,66 fois fidélité RSD _r	n/a

n/a = non applicable

43. Les seuils de détection des méthodes utilisées ne sont pas fixes. Seules les valeurs de fidélité sont données pour les concentrations souhaitées. Les valeurs de fidélité sont calculées suivant les équations 4 et 5.

Équation 4: $RSD_R = 22$ (pour $C \leq 120 \mu\text{g/kg}$ ou $c \leq 120 \times 10^{-9}$)

Équation 5: $RSD_R = 2^{(1-0,5\log c)}$ (pour $C > 120 \mu\text{g/kg}$ ou $c > 120 \times 10^{-9}$)

où:

- RSD_R = est l'écart type relatif calculé à partir des résultats donnés dans des conditions de reproductibilité
- RSD_r = est l'écart type relatif calculé à partir des résultats donnés dans des conditions de répétitivité = 0,66 RSD_R
- c = est le taux de concentration d'aflatoxines (c'est-à-dire 1 = 100 g/100 g, 0,001 = 1 000 mg/kg)
- C = concentration d'aflatoxines ou masse d'aflatoxines par rapport à la masse des fruits à coque (c'est-à-dire $\mu\text{g/kg}$)

44. Les équations 4 et 5 sont des équations de fidélité généralisée qui sont indépendantes de la substance à analyser et de la matrice et qui ne dépendent que de la concentration pour les méthodes d'analyse les plus répandues.

45. Les résultats doivent porter sur la portion comestible de l'échantillon.

Annexe

L'incertitude, telle que mesurée par la variance, associée à l'échantillonnage, la préparation de l'échantillon et les étapes analytiques de la prise d'essai pour les aflatoxines utilisés pour évaluer les aflatoxines dans les amandes, les noisettes, les pistaches et les noix du Brésil décortiquées.

Les données d'échantillonnage pour les amandes, les noisettes, les pistaches et les noix du Brésil décortiquées ont été fournies respectivement par les États-Unis, la Turquie, l'Iran et le Brésil.

Les variances liées à l'échantillonnage, à la préparation de l'échantillon et analytiques relatives aux tests effectués sur les amandes, les noisettes, les pistaches et les noix du Brésil décortiquées sont indiquées dans le tableau I ci-dessous.

Tableau 1. Variances^a associées à la prise d'essai pour les aflatoxines pour chaque fruit à coque

Prise d'essai	Amandes	Noisettes	Pistaches	Noix du Brésil décortiquées
Échantillonnage ^{b,c}	$S_s^2 = (7\ 730/ns) 5,759C^{1,561}$	$S_s^2 = (10\ 000/ns) 4,291C^{1,609}$	$S_s^2 = 8\ 000/ns) 7,913C^{1,475}$	$s_s^2 = (1\ 850/ns) 4,8616C^{1,889}$
Préparation de l'échantillon ^d	$S_{sp}^2 = (100/nss) 0,170C^{1,646}$	$S_{sp}^2 = (50/nss) 0,021C^{1,545}$	$S_{sp}^2 = (25/nss) 2,334C^{1,522}$	$s_{ss}^2 = (50/nss) 0,0306C^{0,632}$
Analytique ^e	$S_a^2 = (1/na) 0,0484C^{2,0}$	$S_a^2 = (1/na) 0,0484C^{2,0}$	$S_a^2 = (1/na) 0,0484C^{2,0}$	expérimental $s_a^2 = (1/n) 0,0164C^{1,117}$ or FAPAS $s_a^2 = (1/n) 0,0484C^{2,0}$
Variance totale	$S_s^2 + S_{sp}^2 + S_a^2$	$S_s^2 + S_{sp}^2 + S_a^2$	$S_s^2 + S_{sp}^2 + S_a^2$	$S_s^2 + S_{sp}^2 + S_a^2$

a/ Variance = S^2 (s, sp, et l'échantillonnage, la préparation de l'échantillon, et les étapes analytiques respectivement de la prise d'essai des aflatoxines)

b/ ns = Taille de l'échantillon de laboratoire en nombre de fruits décortiqués, nss = taille de la prise d'essai en grammes, na = nombre d'aliquotes quantifiées par CLHP, et C = concentration d'aflatoxines en $\mu\text{g}/\text{kg}$ d'aflatoxines totales.

c/ Le nombre de fruits décortiqués/kg pour les amandes, les noisettes, les pistaches et les noix du Brésil est de 773, 1.000, 1.600 et 185, respectivement.

d/ La préparation d'un échantillon pour les amandes, les noisettes et les pistaches est liée aux types de concasseurs de Hobart, Robot Coupe, et Marjaan Khatman respectivement. Les échantillons de laboratoire sont broyés à sec en une pâte pour chaque fruit à coque à l'exception des noix du Brésil qui sont hachées en bouillie dans la proportion 1/1 p/p noix du Brésil/eau.

e/ Les variances analytiques reflètent la recommandation FAPAS pour la limite supérieure de l'incertitude de reproductibilité analytique. Un écart-type relatif de 22% est considéré par Thompson² (sur la base des données de FAPAS) comme une mesure appropriée du meilleur accord qui peut être obtenu entre les laboratoires. Une incertitude analytique de 22% est plus grande que la variation au sein du laboratoire mesurée dans les études d'échantillonnage pour les quatre fruits à coque.

Annexe 3

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LA CONTAMINATION PAR L'AFATOXINE DES FIGUES SÈCHES

DÉFINITION

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 supplémentaire	Quantité de matériel prélevé en n'importe quel point du lot ou du sous-lot.
Échantillon global	Total de tous les échantillons supplémentaires provenant du lot ou du sous-lot. L'échantillon global doit être au moins aussi gros que l'échantillon de laboratoire ou les échantillons combinés.
Échantillon de laboratoire	La plus petite quantité de figes pulvérisées dans un broyeur. L'échantillon de laboratoire peut être une partie de l'échantillon global entier. Si l'échantillon global dépasse les échantillons de laboratoire, les échantillons de laboratoire devraient être retirés d'une manière aléatoire de l'échantillon total.
Prise d'essai	Partie de l'échantillon de laboratoire pulvérisé. L'échantillon de laboratoire entier doit être pulvérisé dans un broyeur. Une partie de cet échantillon est prélevée d'une manière aléatoire pour l'extraction de l'aflatoxine aux fins de l'analyse chimique.
Figes prêtes à consommer sèches	Figes sèches, qui ne sont pas destinées à subir une transformation un/traitement supplémentaire qui permis de réduire les concentrations d'aflatoxines avant d'être utilisées en tant qu'ingrédient dans les produits alimentaires, autrement transformés ou proposés pour la consommation humaine.
Courbe d'efficacité (OC)	Un graphique de la probabilité de l'acceptation d'un lot par rapport à la concentration dans le lot lors de l'utilisation d'un modèle de plan d'échantillonnage donné. La courbe d'efficacité fournit une estimation des bons lots rejetés (risque de l'exportateur) et des mauvais lots acceptés (risque de l'importateur) par un modèle donné de plan d'échantillonnage pour les aflatoxines.

CONSIDÉRATIONS DU PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

1. Les importateurs catégorisent commercialement les figes sèches comme "prêtes à consommer". En conséquence, les limites maximales et les plans d'échantillonnage sont proposés pour seulement les figes sèches prêtes à consommer.

2. La performance du plan d'échantillonnage était calculée en utilisant la variabilité et la distribution de l'aflatoxine parmi les échantillons de laboratoire des figes sèches pris des lots contaminés. Le total de la fige sèche par kg étant différent pour les différentes variétés de figes sèches, la taille de l'échantillon de laboratoire est exprimée en un nombre de figes sèches pour les objectifs statistiques. Toutefois, la fige sèche totale par kg pour chaque variété de figes sèches peut être utilisée pour convertir la taille de l'échantillon de laboratoire d'un certain nombre de figes sèches en masse et vice versa.
3. Des évaluations d'incertitude (variances) associées à l'échantillonnage, la préparation de l'échantillon et d'analyse et la distribution négative binomiale sont utilisées pour calculer les courbes d'efficacité caractéristique (OC) qui décrivent la performance des plans proposés de l'échantillonnage pour les figes sèches.
4. La variance analytique mesurée dans l'étude d'échantillonnage reflète la variance de laboratoire et a été remplacée par une évaluation de variance analytique qui reflète une déviation standard de reproductibilité relative de 22 pour cent, qui est suggérée par Thompson et est basée sur l'évaluation des données de prestations en matière d'analyse des produits alimentaires (FAPAS). Une déviation standard relative de 22 pour cent est considérée par le FAPAS comme une mesure appropriée du meilleur accord qui peut être obtenu de manière fiable entre laboratoires. Une incertitude analytique de 22 pour cent est plus large que la variation de laboratoire mesurée dans les études d'échantillonnage pour les figes sèches.
5. L'objectif de la correction du résultat du test analytique pour rétablissement n'est pas abordé dans ce document. Toutefois, le tableau 2 indique différents critères de performance pour les méthodes analytiques y compris des suggestions pour la gamme de taux acceptable de rétablissement.

PROCÉDURE D'ESSAI DE L'AFLATOXINE ET LES LIMITES MAXIMALES

6. Un plan d'échantillonnage de l'aflatoxine est défini par une procédure d'essai de l'aflatoxine et une limite maximale. Une valeur pour la limite maximale proposée et la procédure d'essai de l'aflatoxine sont indiquées ci-dessous dans cette section.
7. La limite maximale pour les figes sèches "prêtes à consommer" est de 10 ng/g d'aflatoxines totales.
8. Le choix du nombre et de la taille des échantillons de laboratoire constitue un compromis entre les risques réduits au maximum (faussement positifs et faussement négatifs) et les frais relatés à l'échantillonnage et au commerce restrictif. Pour plus de simplicité, il est recommandé que le plan proposé d'échantillonnage de l'aflatoxine utilise 10 kg d'échantillons totaux des figes sèches.
9. Le plan d'échantillonnage RTE a été façonné pour l'application et les contrôles concernant les aflatoxines totales en expédition en vrac (lots) des figes sèches commercialisées dans le marché de l'exportation.

Limite maximale	–	10 µg/kg aflatoxines totales
Nombre d'échantillons de laboratoire	–	3
Taille de l'échantillon de laboratoire	–	10 kg
Préparation de l'échantillon	–	préformage par bain broyage et prise d'essai qui représente 55 g de la masse des figes sèches
Méthode analytique	–	préformage par bain broyage et prise d'essai qui représente 55 g de la masse des figes sèches
Règle de décision	–	si le résultat de test de l'aflatoxine est moindre ou égal à 10 ng/g d'aflatoxines totales pour les trois échantillons de laboratoire de 10 kg, alors accepter le lot. Sinon, rejeter le lot.

10. Afin d'assister les pays membres, mettre en oeuvre le plan d'échantillonnage Codex ci-dessus. Les méthodes de sélection d'échantillonnage, les méthodes de préparation de l'échantillonnage et les méthodes analytiques requises pour quantifier l'aflatoxine dans les échantillons de laboratoire prélevés à partir des lots en vrac de figes sèches sont décrites dans les sections suivantes.

SÉLECTION DES ÉCHANTILLONS

MATÉRIAU À ÉCHANTILLONNER

11. Chaque lot qui a besoin d'être examiné pour les aflatoxines, doit être échantillonné séparément. Les lots supérieurs à 15 tonnes doivent être sous-divisés en sous-lots afin d'être échantillonnés séparément. Si un lot est supérieur à 15 tonnes, le nombre de sous-lots est égal au poids du lot en tonnes divisé par 15 tonnes. Il est recommandé qu'un lot ou un sous-lot ne dépasse pas 15 tonnes.
12. Compte tenu que le poids du lot n'est pas toujours un multiple exact de 15 tonnes, le poids du sous-lot peut dépasser le poids mentionné de 25 pour cent au maximum.
13. Les échantillons doivent être prélevés dans le même lot, c'est-à-dire qu'ils doivent avoir le même code de lot ou au moins la même date limite de consommation. Tout changement qui affecterait la teneur en mycotoxine, la détermination analytique ou rendrait les échantillons globaux collectés non représentatifs doit être évité. Par exemple, il convient de ne pas ouvrir un emballage dans des conditions climatiques néfastes ou ne pas exposer les échantillons à une moisissure excessive ou à la lumière du jour. Éviter la contamination croisée provenant d'autres cargaisons potentiellement contaminées environnantes.
14. Dans la plupart des cas, tout camion ou conteneur doit être déchargé afin de permettre la réalisation d'un échantillonnage représentatif.

SÉLECTION DES ÉCHANTILLONS PROGRESSIFS

15. Les procédures utilisées pour prélever les échantillons progressifs dans un lot de figue sèche sont extrêmement importantes. Chaque fruit individuel dans le lot doit avoir les mêmes chances d'être sélectionné. Des tendances seront créées par les méthodes de sélection des échantillons si le matériel et les procédures utilisés pour sélectionner les échantillons progressifs entravent ou réduisent les chances d'un fruit d'être choisi dans un lot.
16. Comme il n'y a aucun moyen de savoir si les noyaux des fruits à coque contaminés sont uniformément répartis dans le lot, il est essentiel que l'échantillon global soit constitué par l'accumulation de nombreux échantillons progressifs du produit prélevé dans des endroits différents de l'ensemble du lot. Si l'échantillon global est plus important que prévu, il faudra le mélanger et le subdiviser jusqu'à obtention de la taille désirée pour l'échantillon de laboratoire.
17. Pour les lots de moins de 10 tonnes, la taille de l'échantillon global est réduite de sorte que l'échantillon global n'excède pas une portion importante du lot ou de la taille du sous-lot.

NOMBRE ET TAILLE DES ÉCHANTILLONS PROGRESSIFS POUR LES LOTS DE POIDS DIVERS

18. Le nombre et la taille de (des) échantillon(s) de laboratoire pris d'un lot (sous-lot) dépend du poids du lot. Le tableau 1 sera utilisé pour déterminer le nombre et la taille des échantillons progressifs à choisir dans des lots ou des sous-lots de tailles différentes. Le nombre d'échantillons progressifs varie de 10 à 100 pour les lots ou sous-lots de tailles diverses.

Tableau 1. Nombre et taille des échantillons progressifs composés pour un échantillon global de 30 kg^a en tant que fonction du poids du lot (ou sous-lot)

Poids du lot ou sous-lot ^b (T en Tonnes)	Nombre minimal d'échantillons progressifs	Taille minimale de l'échantillon global ^c (g)	Taille minimale de l'échantillon global (Kg)	Laboratoire (Kg)	Nombre d'échantillons de laboratoire
15,0 ≥ T > 10,0	100	300	30	10	3
10,0 ≥ T > 5,0	80	300	24	8	3
5,0 ≥ T > 2,0	60	300	18	9	2
2,0 ≥ T > 1,0	40	300	12	6	2
1,0 ≥ T > 0,5	30	300	9	9	1
0,5 ≥ T > 0,2	20	300	6	6	1
0,2 ≥ T > 0,1	15	300	4.5	4.5	1
0,1 ≥ T	10	300	3	3	1

a/ Taille minimale de l'échantillon global = taille de l'échantillon de laboratoire de 30 kg pour les lots au-dessus de 10 tonnes

b/ 1 Tonne = 1 000 kg

c/ Taille minimale de l'échantillon progressif = taille de l'échantillon de laboratoire (30 kg)/nombre minimal d'échantillons progressifs, soit pour $10 < T \leq 15$ tonnes, $300 \text{ g} = 30\,000/100$

19. Le poids minimum suggéré de l'échantillon progressif est de 300 grammes pour les lots et les sous-lots de différentes tailles.

LOTS STATIQUES

20. On entend par lot statique une grande masse de figes sèches contenue soit dans un seul grand conteneur comme un chariot, un camion ou un wagon, ou dans de nombreux petits conteneurs tels que des sacs ou des boîtes, les figes sèches étant statiques au moment où l'échantillon est collecté. Collecter un échantillon véritablement aléatoire dans un lot statique peut être difficile car tous les conteneurs du lot ou du sous-lot ne sont pas nécessairement accessibles.
21. Prélever un échantillon global dans un lot statique exige habituellement l'emploi de sondes pour collecter le produit dans le lot. Les sondes utilisées doivent être spécialement conçues en fonction du produit et du type de conteneur. La sonde 1) doit être assez longue pour atteindre tout le 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.
22. Pour les lots commercialisés sous emballages individuels, la fréquence d'échantillonnage (SF), ou le nombre de paquets dans lesquels les échantillons progressifs sont prélevés, est fonction du poids du lot (LT), du poids de l'échantillon progressif (IS), du poids de l'échantillon global (AS) et du poids d'un paquet individuel (IP), comme suit :

$$\text{Équation 1: } SF = (LT \times IS) / (AS \times IP)$$

23. 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 DYNAMIQUES

24. Les échantillons globaux représentatifs peuvent être obtenus plus facilement en sélectionnant des échantillons progressifs à partir d'un flux continu de figes sèches lorsque le lot est transféré d'un endroit à un autre. Lorsqu'on prélève des échantillons dans un flux, il faut prendre de petits fragments de produit sur toute la longueur du flux et mélanger les échantillons progressifs pour obtenir un échantillon global; si l'échantillon global est plus important que l'(les) échantillon(s) de laboratoire requis, il faut mélanger et subdiviser cet échantillon pour obtenir l'(les)échantillon(s) de laboratoire de la taille requise.
25. Les dispositifs d'échantillonnage automatique tels que l'échantillonneur transversal sont vendus dans le commerce, dotés de compte minutes, qui effectuent automatiquement des prélèvements à l'aide d'un bec déflecteur dans le 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 progressifs. Que l'on utilise des méthodes automatiques ou des méthodes manuelles, les échantillons progressifs doivent être prélevés et mélangés à intervalles fréquents et réguliers tout au long du passage du flux des fruits à coque au point d'échantillonnage.
26. Les échantillonneurs transversaux doivent être installés de la manière suivante: 1) le plan de l'ouverture du bec déflecteur doit être perpendiculaire à la direction du flux, 2) le bec déflecteur doit traverser toute la section du flux; et 3) l'ouverture du bec déflecteur doit être assez large pour pouvoir collecter tous les éléments intéressants du lot. En règle générale, la largeur de l'ouverture du bec déflecteur doit être d'environ trois fois les dimensions les plus grandes des éléments du lot.
27. La taille de l'échantillon global (S) en kg, prélevé dans un lot par un échantillonneur transversal est la suivante:
- $$\text{Équation 2: } S = (D \times LT) / (T \times V)$$
- Où D est la largeur de l'ouverture du bec déflecteur (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 bec.
28. Si le débit massique du flux, MR (kg/sec), est connu, alors la fréquence de l'échantillonnage (SF), ou le nombre de prélèvements effectués par le dispositif d'échantillonnage automatique peut être calculé à partir de l'équation 3 en tant que fonction de S, V, D, et MR.

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

29. On peut aussi utiliser les équations 2 et 3 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 30 kg sur un lot de 20000 kg, si la largeur de l'ouverture du bec déflecteur est de 5,0 cm et la vitesse du bec déflecteur dans le flux de 20 cm/sec. Calcul de T dans l'équation 2.

$T = (5,0 \text{ cm} \times 20\,000 \text{ kg}) / (30 \text{ kg} \times 20 \text{ cm/sec}) = 167 \text{ sec.}$

30. Si le lot se déplace à raison de 500 kg par minute, le lot entier traversera l'échantillonneur en 40 minutes (2400 sec) et seulement 14,4 prélèvements (14 échantillons progressifs) seront effectués par le bec dans le lot (équation 3). Cela pourrait ne pas suffire, en ce sens qu'une trop grande quantité de produit (1388, 9kg) traverse l'échantillonneur entre chaque prélèvement effectué par le bec à travers le flux.

EMBALLAGE ET TRANSPORT DES ÉCHANTILLONS

31. Chaque échantillon de laboratoire devra être placé dans un récipient propre et inerte offrant une protection adéquate contre la contamination, la lumière du jour, et contre tout dommage dû au transport ou à l'entreposage. Toutes les précautions nécessaires devront être prises pour éviter tout changement dans la composition de l'échantillon de laboratoire qui pourrait survenir durant le transport ou l'entreposage. Les échantillons devront être entreposés dans un endroit frais et dans l'obscurité.

PLOMBAGE ET ÉTIQUETAGE DES ÉCHANTILLONS

32. Chaque échantillon de laboratoire prélevé pour un usage officiel devra être plombé 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'analyste.

PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

PRÉCAUTIONS

33. La lumière du jour est autant que possible à éviter pendant la préparation des échantillons, car les aflatoxines peuvent se décomposer progressivement sous l'influence des ultraviolets. Par ailleurs, la température ambiante et l'humidité relative doivent être contrôlées afin de ne pas favoriser le développement des moisissures et la formation des aflatoxines.

HOMOGÉNÉISATION - BROYAGE

34. Comme la répartition des aflatoxines est extrêmement hétérogène, les échantillons de laboratoire doivent être homogénéisés en broyant la totalité des échantillons soumis au laboratoire. L'homogénéisation est un procédé qui réduit la taille des particules et disperse les particules contaminées de façon homogène dans l'ensemble de l'échantillon de laboratoire pulvérisé.
35. L'échantillon de laboratoire doit être finement broyé et parfaitement mélangé grâce à un procédé qui permet à l'homogénéisation d'être aussi complète que possible. L'homogénéisation complète implique que la taille des particules est extrêmement réduite et que la variabilité associée à la préparation de l'échantillon est proche de zéro. Après broyage, le broyeur doit être nettoyé pour prévenir toute contamination croisée.
36. L'utilisation de concasseurs à couteaux verticaux de type broyeur mélangeur qui mélangent et hachent l'échantillon de laboratoire en pâte représente un compromis en termes du coût et de la finesse du hachis ou de la réduction de la taille des particules. Une meilleure homogénéisation (hachis plus fin), comme une bouillie liquide, peut être obtenue au moyen de matériel plus sophistiqué et fournira la variance liée à la préparation des échantillons la plus faible.

PRISE D'ESSAI

37. La taille recommandée de la prise d'essai obtenue à partir de l'échantillon de laboratoire broyé doit être approximativement de 50 g. Si l'échantillon de laboratoire est utilisé en utilisant une bouillie liquide, la bouillie doit contenir 50 g de masse de fruits.
38. Les procédures de sélection de la prise d'essai de 50 g dans l'échantillon de laboratoire pulvérisé doivent être appliquées de façon aléatoire. Si le mélange a eu lieu pendant ou après le processus de pulvérisation, la prise d'essai de 50 g peut être prélevée dans n'importe quelle partie de l'échantillon de laboratoire. Sinon, la prise d'essai de 50 g doit être obtenue par accumulation de plusieurs petites portions prélevées dans l'ensemble de l'échantillon de laboratoire.

39. Il est recommandé de prélever trois prises d'essai dans chaque échantillon de laboratoire pulvérisé. Les trois prises d'essai seront utilisées aux fins d'application, d'appel et de confirmation, le cas échéant.

MÉTHODES ANALYTIQUES

GÉNÉRALITÉS

40. Il conviendra d'utiliser une approche à base de critères, qui fixe une série de critères d'efficacité auxquels la méthode d'analyse utilisée doit être conforme. Cette approche à base de critères 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 spécifiée. Les critères d'efficacité établis pour les différentes méthodes devront inclure tous les paramètres à respecter par chaque laboratoire, tels que le seuil de détection, le coefficient de variation de la répétabilité (au sein du laboratoire), le coefficient de variation de la reproductibilité (entre les laboratoires) et le taux de récupération nécessaire pour diverses restrictions statutaires. Les méthodes d'analyse qui sont acceptées par les chimistes à l'échelle internationale (par exemple, les méthodes AOAC) peuvent être utilisées. Ces méthodes font régulièrement l'objet d'un suivi et d'une mise à jour en fonction des progrès technologiques.

CRITÈRES D'EFFICACITÉ POUR LES MÉTHODES D'ANALYSE

41. Une liste de critères et de niveaux de performance est indiquée dans le tableau 2. En utilisant cette approche, les laboratoires seraient libres d'utiliser la méthode analytique la plus appropriée à leurs installations.

Tableau 2. Critères spécifiques auxquels doivent se conformer les méthodes d'analyse

Critères	Marge de concentration (ng/g)	Valeur recommandée	Valeur maximale autorisée
Blancs	Tout	Négligeable	n/a
Recouvrement	1 à 15	70 à 100%	n/a
	> 15	80 à 110%	n/a
Fidélité ou déviation relative standard RSD_R (Reproductibilité)	1 à 120	Équation 4	2 x valeur obtenue de l'équation 4
	> 120	Équation 5	2 x valeur obtenue de l'équation 5
Fidélité ou déviation relative standard RSD_r (Répétitivité)	1 à 120	Calculé en tant que 0,66 fois fidélité RSD_R	n/a
	> 120	Calculé en tant que 0,66 fois fidélité RSD_r	n/a

n/a = non applicable

42. Les seuils de détection des méthodes utilisées ne sont pas fixes. Seules les valeurs de fidélité sont données pour les concentrations souhaitées. Les valeurs de fidélité sont calculées suivant les équations 4 et 5.

Équation 4: $RSD_R = 22,0$

Équation 5: $RSD_R = 45,25C^{-0,15}$

où:

- RSD_R = l'écart type relatif calculé à partir des résultats donnés dans des conditions de reproductibilité
- RSD_r = l'écart type relatif calculé à partir des résultats donnés dans des conditions de répétitivité = $0,66RSD_R$
- C = concentration d'aflatoxines ou masse d'aflatoxines par rapport à la masse des figes sèches (c'est-à-dire $\mu\text{g/g}$)

43. Les équations 4 et 5 sont des équations de fidélité généralisée qui sont indépendantes de la substance à analyser et de la matrice et qui ne dépendent que de la concentration pour les méthodes d'analyse les plus répandues.
44. Les résultats doivent porter sur la portion comestible de l'échantillon.

L'INCERTITUDE, TELLE QUE MESURÉE PAR LA VARIANCE, ASSOCIÉE À L'ÉCHANTILLONNAGE, LA PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON ET LES ÉTAPES ANALYTIQUES DE LA PRISE D'ESSAI POUR LES AFLATOXINES UTILISÉS POUR ÉVALUER LES AFLATOXINES DANS LES FIGES SÈCHES

45. L'échantillonnage, la préparation d'échantillonnage et les variances analytiques associées à la procédure d'essai de l'aflatoxine pour les figes sèches sont montrées dans le tableau 3.

Tableau 3. Variances^a associées à la prise d'essai pour les aflatoxines pour chaque fige sèche

Procédure d'essai	Variances pour les figes sèches
Échantillonnage ^{b,c}	$S_s^2 = (590/ns) 2,219C^{1,433}$
Préparation de l'échantillon ^d	$S_{sp}^2 = (55/nss) 0,01170C^{1,465}$
Analytique ^e	$S_a^2 = (1/na) 0,0484C^2$
Total	$S_t^2 = S_s^2 + S_{sp}^2 + S_a^2$

a / Variance = S^2 (t, s, sp, et l'échantillonnage, la préparation de l'échantillon, et les étapes analytiques respectivement de la prise d'essai des aflatoxines)

b / ns = Taille de l'échantillon de laboratoire en nombre de fruits décortiqués, nss = taille de la prise d'essai en grammes, na = nombre d'aliquotes quantifiées par CLHP, et C = concentration d'aflatoxines en µg/kg d'aflatoxines totales

c / Total /kg pour les figes sèches pour une moyenne de 59/kg

d / La variance d'une préparation d'échantillonnage reflète une méthode de préformage par bain et une prise d'essai qui reflète 55 g masse de figes.

e / Les variances analytiques reflètent la recommandation FAPAS pour la limite supérieure de l'incertitude de reproductibilité analytique. Un écart-type relatif de 22 pour cent est considéré comme une mesure appropriée du meilleur accord qui peut être obtenu entre les laboratoires. Une incertitude analytique de 22 pour cent est plus grande que la variation au sein du laboratoire mesurée dans les études d'échantillonnage pour les trois figes sèches.

AFLATOXINE M1

Référence au JECFA:	56 (2001)
Indication toxicologique:	Estimations de la capacité cancérigène 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'application des limites maximales proposées pour l'aflatoxine M1 de 0,05 et 0,5 µg/kg sont très faibles. La capacité de l'aflatoxine M1 apparaît si basse chez les porteurs de HbsAg que l'effet cancérigène 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 contaminant:	Aflatoxine M1
Synonymes:	AFM1
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages pour la réduction de l'aflatoxine B1 dans les matières premières et les aliments d'appoint destinés au bétail laitier (CAC/RCP 45-1997)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) (µg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Lait	0,5	Produit entier	Le lait est la sécrétion mammaire normale des animaux ruminants, obtenu à partir d'une ou plusieurs traites sans subir aucune addition ni extraction, destiné à la consommation en tant que lait liquide ou pour transformation ultérieure. Un facteur de concentration s'applique aux laits partiellement ou entièrement déshydratés.

DÉOXYNIVALÉNOL (DON)

Référence au JECFA:	56 (2001), 72 (2010)
Indication toxicologique:	DJMTP 0,001 mg/kg pc (2010, pour le DON et ses dérivés acétylés) DRfA 0,008 mg/kg pc (2010, pour le DON et ses dérivés acétylés)
Définition du contaminant:	Déoxynivalénol
Synonymes:	Vomitoxine; Abréviation, DON
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines (CAC/RCP 51-2003)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) µg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Aliments à base de céréales pour les nourrissons et les enfants en bas âge	200	La LM s'applique au produit sur la base de la matière sèche.	Tous les aliments à base de céréales destinés aux nourrissons (jusqu'à 12 mois) et aux enfants en bas âge (12 à 36 mois).
Farine, semoule et flocons dérivés du blé, du maïs ou de l'orge	1 000		
Céréales en grains (blé, maïs et orge) destinées à une transformation ultérieure	2 000		« Destinées à une transformation ultérieure » signifie destinées à subir une transformation/un traitement ultérieurs qui s'avèrent réduire les concentrations de DON avant d'être utilisées comme ingrédients dans des produits alimentaires, autrement transformés ou proposés à la consommation humaine. Les Membres du Codex peuvent définir les procédés qui ont montré qu'ils réduisent les concentrations.

FUMONISINES (B₁ + B₂)

Référence au JECFA:	56 (2001), 74 (2011)
Indication toxicologique:	DJMTP 0,002 mg/kg pc (2001, 2011)
Définition du contaminant:	Fumonisines (B ₁ +B ₂)
Synonymes:	Plusieurs composés dérivés ont été décrits, notamment fumonisine B ₁ , B ₂ et B ₃ (abréviation: FB ₁ etc.)
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines (CAC/RCP 51-2003)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) µg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Maïs en grains brut	4 000	Produit entier	
Farine / semoule de maïs	2 000	Produit entier	

OCHRATOXINE A –

Référence au JECFA:	37 (1990), 44 (1995), 56 (2001), 68 (2007)
Indication toxicologique:	DHTP 0,0001 mg/kg pc (2001)
Définition du contaminant:	Ochratoxine A
Synonymes:	(Le terme « ochratoxine » comprend un certain nombre de mycotoxines associées (A, B, C et leurs esters et métabolites), la plus importante étant l'ochratoxine A)
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages en matière de prévention et réduction de la contamination des céréales par les mycotoxines (CAC/RCP 51-2003)</i> <i>Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination du vin par l'ochratoxine A (CAC/RCP 63-2007).</i> <i>Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination du café par l'ochratoxine A (CAC/RCP 69-2009)</i> <i>Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination du cacao par l'ochratoxine A (CAC/RCP 72- 2013)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) (µg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Blé	5	Produit entier	La LM s'applique au blé tendre brut, au blé dur brut, à l'épeautre brut et au froment brut.
Orge	5	Produit entier	La LM s'applique à l'orge brute.
Seigle	5	Produit entier	La LM s'applique au seigle brut.

PATULINE

Référence au JECFA: 35 (1989), 44 (1995)
 Indication toxicologique: DJMTP 0,0004 mg/kg pc (1995)
 Définition du contaminant: Patuline
 Code d'usages correspondant: *Code d'usages pour la prévention et réduction de la contamination par la patuline du jus de pomme et du jus de pomme utilisé comme ingrédient dans la fabrication d'autres boissons (CAC/RCP 50-2003)*

Nom du produit	Limite maximale (LM) (µg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Jus de pomme	50	Produit entier (non concentré) ou produit reconstitué avec la concentration du jus d'origine	La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 247-2005 (Produits à base de pomme uniquement). La LM s'applique aussi au jus de pomme utilisé en tant qu'ingrédient dans les autres boissons).

ARSENIC

Référence du JECFA:	5 (1960), 10 (1967), 27 (1983), 33 (1988), 72 (2010)
Indication toxicologique:	Lors de la 72 ^e réunion du JECFA (2010), la limite inférieure de la dose repère pour l'arsenic inorganique pour une incidence augmentée de 0,5 pour cent de cancer du poumon (BMDL _{0,5}) a été déterminée dans des études épidémiologiques à 3,0 µg/kg pc par jour (2–7 µg/kg pc par jour sur la base d'une fourchette de l'exposition alimentaire totale estimée) en utilisant une série d'hypothèses pour estimer l'exposition alimentaire totale à l'arsenic inorganique provenant de l'eau de boisson et des aliments. Le JECFA a noté que la dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) de 15 µg/kg pc (équivalente à 2,1 µg/kg pc par jour) est de l'ordre de la BMDL _{0,5} et que par conséquent elle n'est plus appropriée. Le JECFA a retiré la DHTP précédente.
Définition du contaminant:	Arsenic: total (As-tot), sauf indication contraire; arsenic inorganique (As-in); ou autre spécification.
Synonymes:	As
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Graisses et huiles comestibles	0,1	Produit entier	Les normes de produits Codex pertinentes sont CODEX STAN 19-1981, CODEX STAN 33-1981, CODEX STAN 210-1999 et CODEX STAN 211-1999.
Matières grasses tartinables et mélanges tartinables	0,1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 256-2007
Eaux minérales naturelles	0,01		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 108-1981. Calculé en tant qu'As total en mg/l
Riz, poli	0,35	Produit entier	La LM concerne l'arsenic inorganique arsenic (As-in). Les pays ou les importateurs peuvent décider d'utiliser leur propre dépistage lors de l'application de la LM pour l'arsenic inorganique (iAs) dans le riz en analysant l'arsenic total (tAs) dans le riz. Si la concentration de tAs est inférieure à la LM pour iAs, aucun test supplémentaire n'est requis et l'échantillon est considéré comme conforme à la LM. Si la concentration de tAs est supérieure à la LM pour iAs, des tests de suivi devront déterminer si la concentration en iAs est supérieure à la LM.
Sel de qualité alimentaire	0,5		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 150-1985.

CADMIUM

Référence au JECFA:	16 (1972), 33 (1988), 41 (1993), 55 (2000), 61 (2003), 64 (2005), 73 (2010)
Indication toxicologique:	Compte-tenu de la longue demi-vie du cadmium, l'ingestion journalière liée aux aliments a un effet minimal ou même négligeable sur l'exposition globale. Pour évaluer les risques pour la santé à long terme ou à court terme, l'ingestion alimentaire doit être évaluée pendant des mois, et la dose tolérable doit être évaluée pendant au moins un mois. Pour confirmer cela, la 73 ^e réunion (2010) du JECFA a décidé d'exprimer l'ingestion tolérable en tant que valeur mensuelle sous la forme d'une dose mensuelle tolérable provisoire (DMTP) et a établi une DMTP de 25 µg/kg pc
Définition du contaminant:	Cadmium, total
Synonymes:	Cd
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Légumes brassica	0,05	Choux pommés et kohlrabi: Produit entier tel que commercialisé, après élimination des feuilles visiblement fanées ou décomposées. Chou-fleur et brocoli: capitules (inflorescence immature seulement) Choux de Bruxelles: « les boutons » seulement	La LM ne s'applique pas aux légumes brassica à feuilles
Légumes bulbe	0,05	Oignons et ail en bulbes/secs: produit entier après élimination des racines et des traces de terre et toute pelure parcheminée se détachant facilement.	
Légumes fruits	0,05	Produit entier après élimination des tiges. Maïs doux et maïs frais: grains et épis sans enveloppe.	La LM ne s'applique pas aux tomates et aux champignons comestibles
Légumes feuilles	0,2	Produit entier tel que généralement commercialisé, après élimination des feuilles visiblement fanées ou décomposées.	La LM s'applique aussi aux légumes brassica à feuilles

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Légumineuses	0,1	Produit entier tel que consommé. Les formes succulentes peuvent être consommées en tant que gousse entière ou produit décortiqué	
Légumes secs	0,1	Produit entier	La LM ne s'applique pas au soja (sec)
Légumes racines et tubercules	0,1	Produit entier après élimination des fanes. Éliminer les traces de terre (par exemple, en rinçant dans l'eau courante en brossant légèrement le produit sec). Pomme de terre: pomme de terre épluchée	La LM ne s'applique pas au céleri-rave
Légumes tiges	0,1	Produit entier tel que commercialisé après élimination des feuilles visiblement décomposées ou fanées. Rhubarbe: tige des feuilles seulement Artichaut: capitule seulement Céleri et asperges: éliminer les traces de terre	
Céréales en grains	0,1	Produit entier	La LM ne s'applique pas au sarrasin, cañihua, quinoa, blé et riz
Riz, poli	0,4	Produit entier	
Blé	0,2	Produit entier	La ML s'applique au blé tendre, blé dur, épeautre et froment.
Mollusques marins bivalves	2	Produit entier après élimination de la coquille	La LM s'applique aux palourdes, coquilles et moules mais pas aux huîtres et pétoncles.
Céphalopodes	2	Produit entier après élimination de la coquille	La LM s'applique aux sèches, pieuvres et calmars éviscérés
Eaux minérales naturelles	0,003		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 108-1981. La LM est exprimée en mg/l

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Sel de qualité alimentaire	0,5		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 150-1985

PLOMB

Référence au JECFA:	10 (1966), 16 (1972), 22 (1978), 30 (1986), 41 (1993), 53 (1999), 73 (2010)
Indication toxicologique:	Sur la base des analyses de la dose-réponse, le JECFA a estimé, lors de sa 73e réunion (2010), que la DHTP antérieurement établie de 25 µg/kg pc est associée à une diminution d'au moins trois points du quotient d'intelligence (QI) chez les enfants et d'une augmentation de la tension artérielle systolique d'environ 3 mmHg (0,4 kPa) chez les adultes. Alors que ces effets peuvent être sans importance au niveau individuel, ces variations sont importantes quand elles sont considérées en tant que changement dans la distribution du QI ou de la tension artérielle dans la population. Le JECFA a par conséquent conclu que la DHTP ne pouvait plus être considérée comme protectrice de la santé et l'a retirée.
Définition du contaminant:	Plomb, total
Synonymes:	Pb
Codes d'usages correspondants:	<i>Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments par le plomb (CAC/RCP 56-2004)</i> <i>Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) mg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Baies et autres petits fruits	0,1	Produit entier après élimination de la couronne et des tiges.	La LM ne s'applique ni aux canneberges, ni aux groseilles, ni aux baies de sureau.

Nom du produit	Limite maximale (LM) mg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Canneberges	0,2	Produit entier après élimination de la couronne et de la tige.	
Groseille	0,2	Fruit avec la tige.	
Baies de sureau	0,2	Produit entier après élimination de la couronne et de la tige.	
Fruits à l'exception des baies et autres petits fruits	0,1	Produit entier Fruits à pépins: Produit entier après élimination des tiges. Fruits à noyau, dattes et olives: Produit entier après élimination des tiges et des noyaux, mais niveau calculé et exprimé sur le produit entier sans tige. Ananas: produit entier après élimination de la couronne. Avocat, mangues et fruits similaires avec graines dures: produit entier après élimination du noyau mais calculé pour le fruit entier.	
Légumes brassica	0,1	Chou pommé et chou-rave: produit entier tel que commercialisé, après élimination des feuilles visiblement décomposées ou fanées. Chou-fleur et brocoli: têtes (inflorescence immature uniquement). Chou de Bruxelles: « têtes » uniquement.	La LM ne s'applique ni au chou frisé, ni aux légumes brassica à feuilles.
Légumes bulbe	0,1	Oignons et ail en bulbes/secs: produit entier après élimination des racines et des traces de terre et toute pelure parcheminée se détachant facilement.	

Nom du produit	Limite maximale (LM) mg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Légumes fruits	0,05	Produit entier après élimination de la tige. Maïs doux et maïs frais: grains et épi sans l'enveloppe.	La LM ne s'applique pas aux champignons.
Légumes feuilles	0,3	Produit entier tel que généralement commercialisé, après élimination des feuilles visiblement fanées ou décomposées.	La LM s'applique aux légumes brassica à feuilles mais ne s'applique pas aux épinards.
Légumineuses	0,1	Produit entier tel que consommé. Les formes succulentes peuvent être consommées en tant que gousses entières ou en tant que produit écosé.	
Légumes secs	0,2	Produit entier	
Légumes racines et tubercules	0,1	Produit entier après élimination des fanes. Éliminer les traces de terre (par exemple, en rinçant dans l'eau courante ou en brossant légèrement le produit sec). Pomme de terre: pomme de terre épluchée.	
Fruits en conserve	0,1	La LM s'applique au produit tel que consommé.	La LM ne s'applique pas aux baies et autres petits fruits en conserve. Les normes de produits Codex concernées sont CODEX STAN 242-2003, CODEX STAN 254-2007, CODEX STAN 78-1981, CODEX STAN 159-1987, CODEX STAN 42-1981, CODEX STAN 99-1981.
Framboises en conserve	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 60-1981.
Fraises en conserve	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 62-1981.
Confitures (conserves de fruits) et gelées	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 296-2009. (pour confitures et gelées seulement)

Nom du produit	Limite maximale (LM) mg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Chutney de mangue	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 160-1987.
Légumes en conserve	0,1	La ML s'applique au produit tel que consommé.	La LM ne s'applique pas aux légumes brassica en conserve, aux légumes feuilles en conserve et aux légumineuses en conserves. La norme de produit Codex concernée est CODEX STAN 297-2009 (à l'exception des appendices pour les haricots verts en conserve, les haricots beurre en conserve et les petits pois en conserve).
Tomates en conserve	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 13-1981. Afin d'examiner la concentration du produit, la détermination des limites maximales pour les contaminants devra prendre en compte les solides solubles naturels totaux, la valeur de référence étant de 4,5 pour les fruits frais.
Olives de table	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 66-1981.
Haricots verts en conserve et haricots beurre en conserve	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 297-2009.
Petits pois en conserve	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 297-2009.
Concombres (cornichons) marinés	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 115-1981.
Concentrés de tomates transformées	1,5		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 57- 1981. Afin d'examiner la concentration du produit, la détermination des limites maximales pour les contaminants devra prendre en compte les solides solubles naturels totaux, la valeur de référence étant de 4.5 pour les fruits frais.
Châtaignes et purée de châtaignes en conserve	1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 145-1985.
Jus de fruit	0,03	Produit entier (non concentré) ou produit reconstitué avec la concentration du jus d'origine, prêt à boire. La LM s'applique aussi aux nectars,	La LM ne s'applique pas aux jus provenant exclusivement des baies et autres petits fruits. La ML ne s'applique pas au jus et au nectar du fruit de la passion. La norme de produit Codex concernée est CODEX STAN 247-2005.

Nom du produit	Limite maximale (LM) mg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
		prêts à boire.	
Jus de fruits provenant exclusivement de baies et autres petits fruits	0,05	Produit entier (non concentré) ou produit reconstitué avec la concentration du jus d'origine, prêt à boire. La LM s'applique aussi aux nectars, prêts à boire.	La norme de produit Codex concernée est CODEX STAN 247-2005.
Céréales en grains	0,2	Produit entier	La LM ne s'applique pas au sarrasin, cañihua et quinoa.
Viande de bovins, porcs et ovins	0,1	Produit entier (sans les os)	La LM s'applique aussi à la graisse issue de la viande.
Viande et graisse de volaille	0,1	Produit entier (sans les os)	
Bovins, abats comestibles de	0,5	Produit entier	
Porc, abats comestibles de	0,5	Produit entier	
Volaille, abats comestibles de	0,5	Produit entier	
Graisses et huiles comestibles	0,1	Produit entier tel que préparé pour la distribution en gros ou au détail.	Les normes de produits Codex pertinentes sont CODEX STAN 19-1981, CODEX STAN 33-1981, CODEX STAN 210-1999 and CODEX STAN 211-1999.
Matières grasses tartinables et mélanges tartinables	0,1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 256-2007.
Lait	0,02	Produit entier	Le lait est la sécrétion mammaire normale des animaux ruminants, obtenu à partir d'une ou plusieurs traites sans subir aucune addition ni extraction, destiné à la consommation en tant que lait liquide ou pour transformation ultérieure. Un facteur de concentration s'applique aux laits partiellement ou entièrement déshydratés.

Nom du produit	Limite maximale (LM) mg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Produits laitiers secondaires	0,02	Produit entier	La LM s'applique à l'aliment tel que consommé.
Préparations destinées aux nourrissons et les préparations données à des fins médicales spéciales aux nourrissons et les préparations de suite	0,01	Produit entier	Les normes de produits Codex pertinentes sont CODEX STAN 72-1981 et CODEX STAN 156-1987. La LM s'applique aux préparations pour nourrissons prêtes à consommer.
Poisson	0,3	Produit entier (généralement après élimination du tractus digestif)	
Eaux minérales naturelles	0,01		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 108-1981. La LM est exprimée en mg/l.
Sel de qualité alimentaire	2		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 150-1985.
Vin	0,2		

MERCURE

Référence au JECFA:	10 (1966), 14 (1970), 16 (1972), 22 (1978), 72 (2010)
Indication toxicologique:	À sa 72 ^e réunion (2010), le Comité a établi une DHTP pour le mercure inorganique de 4 µg/kg pc. La DHTP précédente de 5 µg/kg pc pour le mercure total, établie à la seizième réunion, a été retirée. La nouvelle DHTP pour le mercure inorganique a été considérée applicable à l'exposition alimentaire pour le mercure total due aux aliments autres que le poisson et les coquillages. Pour l'exposition alimentaire au mercure due à ces aliments, la DHTP préalablement établie pour le méthylmercure doit être appliquée.
Définition du résidu:	Mercure, Total
Synonymes:	Hg
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Eaux minérales naturelles	0,001		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 108-1981. La LM est exprimé en mg/l.
Sel de qualité alimentaire	0,1		La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 150-1985.

MÉTHYLMERCURE

Référence au JECFA: 22 (1978), 33 (1988), 53 (1999), 61 (2003)

Indication toxicologique: DHTP 0,0016 mg/kg pc (2003confirmé en 2006))

Définition du contaminant: Méthylmercure

Code d'usages correspondant: *Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)*

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Poissons	0,5	Produit entier (généralement après élimination du tractus digestif)	Le LI ne s'applique pas aux poissons prédateurs. Les limites indicatives concernent le méthylmercure dans les poissons frais ou transformés et les produits à base de poisson dans le commerce international
Poissons prédateurs	1	Produit entier (généralement après élimination du tractus digestif)	Les poissons prédateurs comme le requin, l'espadon, le thon, le brochet et autres. Les limites indicatives concernent le méthylmercure dans les poissons frais ou transformés et les produits à base de poisson dans le commerce international.

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 en vrac, ne dépasse pas les concentrations 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.

ÉTAIN

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 pc (1988, Exprimée en tant que Sn; comprend l'étain utilisé dans les additifs alimentaires; maintenue en 2000)
Définition du contaminant:	Étain, total (Sn-tot) sauf indication contraire; étain inorganique (Sn inorganique); ou autre spécification
Synonymes:	Sn
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments en conserve par l'étain inorganique (CAC/RCP 60-2005)</i> <i>Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Aliments en conserve (autres que les boissons)	250		La LM ne s'applique pas à la « chopped meat » salée cuite, au jambon salé cuit, à l'épaule de porc salée cuite, au « corned beef » et au « luncheon meat ». Les normes de produits Codex pertinentes sont CODEX-STAN 62-1981, CODEX-STAN 254-2007, CODEX-STAN 296-2009, CODEX-STAN 242-2003, CODEX-STAN 297-2009, CODEX-STAN 78-1981, CODEX-STAN 159-1987, CODEX-STAN 42-1981, CODEX-STAN 60-1981, CODEX-STAN 99-1981, CODEX-STAN 160-1987, CODEX-STAN 66-1981, CODEX-STAN 13-1981, CODEX-STAN 115-1981, CODEX-STAN 57-1981, CODEX-STAN 145-1981, CODEX-STAN 98-1981, CODEX-STAN 96-1981, CODEX-STAN 97-1981, CODEX-STAN 88-1981, CODEX-STAN 89-1981
Boissons en boîte	150		La norme de produits Codex pertinente est CODEX-STAN 247-2005.
« Chopped meat » salée cuite	50		La LM s'applique aux produits dans des contenants autres que les contenants en fer blanc. La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 98-1981
Jambon salé cuit	50		La LM s'applique aux produits dans des contenants autres que les contenants en fer blanc. La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 96-1981
Épaule de porc salée cuite	50		La LM s'applique aux produits dans des contenants autres que les contenants en fer blanc.

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
			La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 97-1981.
« Corned beef »	50		La LM s'applique aux produits dans des contenants autres que les contenants en fer blanc. La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 88-1981
« Luncheon meat »	50		La LM s'applique aux produits dans des contenants autres que les contenants en fer blanc. La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 89-1981

RADIONUCLÉIDES

TABLEAU 1

Nom du produit	Limite indicative (LI) (Bq/kg)	Radionucléides représentatifs	Portion du produit à laquelle s'applique la LI	Notes/Remarques
Aliments pour nourrissons	1	Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241		La LI s'applique aux aliments destinés aux nourrissons.
Aliments pour nourrissons	100	Sr-90, Ru-106, I-129, I-131, U-235		La LI s'applique aux aliments destinés aux nourrissons.
Aliments pour nourrissons	1000	S-35 (*), Co-60, Sr-89, Ru-103, Cs-134, Cs-137, Ce-144, Ir-192		La LI s'applique aux aliments destinés aux nourrissons.
Aliments pour nourrissons	1000	H-3(**), C-14, Tc-99		La LI s'applique aux aliments destinés aux nourrissons.
Aliments autres que les aliments pour nourrissons	10	Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241		
Aliments autres que les aliments pour nourrissons	100	Sr-90, Ru-106, I-129, I-131, U-235		
Aliments autres que les aliments pour nourrissons	1000	S-35 (*), Co-60, Sr-89, Ru-103, Cs-134, Cs-137, Ce-144, Ir-192		
Aliments autres que les aliments pour nourrissons	10000	H-3(**), C-14, Tc-99		

(*)Ceci représente la valeur pour le sulfure (organiquement lié)

(**)Ceci représente la valeur pour le tritium (organiquement lié)

Portée: Les limites indicatives s'appliquent aux radionucléides contenus dans les aliments destinés à la consommation humaine et faisant l'objet d'un commerce international, qui ont été contaminés à la suite d'une situation d'urgence nucléaire ou radiologique¹. Elles s'appliquent aux aliments reconstitués ou tels que préparés pour la consommation, c'est-à-dire à l'exclusion des aliments séchés ou concentrés, et sont fondés sur un niveau d'exemption pour l'intervention d'environ 1 mSv par an.

¹ Aux fins du présent document, on entend par « situation d'urgence », les situations résultant d'accidents ou d'actes de malveillance.

Application: S'agissant de la protection radiologique générale des consommateurs, lorsque les concentrations de radionucléides dans les aliments ne dépassent pas les limites indicatives correspondantes, les aliments doivent être considérés comme sans risque pour la consommation humaine. Si les limites indicatives sont dépassées, c'est aux gouvernements de décider si et dans quelles circonstances les aliments doivent être distribués sur leur territoire ou sous leur autorité. Les gouvernements peuvent décider d'adopter des valeurs différentes pour utilisation interne sur leur propre territoire lorsque les hypothèses relatives à la distribution des aliments qui ont été retenues pour calculer les limites indicatives peuvent ne pas s'appliquer, par exemple en cas de contamination radioactive étendue. En ce qui concerne les aliments consommés en petite quantité, comme par exemple les épices, qui représentent un petit pourcentage du régime alimentaire total et donc un faible ajout à la dose totale, les limites indicatives peuvent être augmentées par un facteur de 10.

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

Dans le tableau 1, les radionucléides sont groupés par limites indicatives arrondies de façon logarithmique par ordre de grandeur. Les limites indicatives sont définies pour deux catégories distinctes, les « aliments pour nourrissons » et « autres aliments ». En effet, pour un certain nombre de radionucléides, la sensibilité des nourrissons pourrait poser un problème. Les limites indicatives ont été comparées aux coefficients de dose par ingestion dépendant de l'âge définis comme doses effectives engagées par unité d'incorporation pour chaque radionucléide, lesquelles sont tirées des « Normes fondamentales internationales de sécurité » (AIEA, 1996)².

Radionucléides multiples dans les aliments: Les limites indicatives ont été élaborées étant entendu qu'il n'est pas nécessaire d'ajouter les contributions des radionucléides dans les différents groupes. Chaque groupe doit être traité indépendamment. Toutefois, les concentrations d'activité de chacun des radionucléides d'un même groupe doivent être ajoutées³.

² Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, Agence internationale de l'énergie atomique, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Organisation internationale du Travail, Organisation mondiale de la santé et Organisation panaméricaine de la santé, Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, AIEA, Vienne (1996).

³ Par exemple, si ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs sont des contaminants d'aliments, la limite indicative de 1 000 Bq/kg s'applique à la somme des activités de ces deux radionucléides.

**JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DE L'AVANT-PROJET DE LIMITES INDICATIVES RÉVISÉES
POUR LES RADIONUCLÉIDES DANS LES DENRÉES ALIMENTAIRES CONTAMINÉES
À LA SUITE D'UNE SITUATION D'URGENCE NUCLÉAIRE OU RADIOLOGIQUE**

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

Des améliorations importantes ont été apportées à l'évaluation des doses résultant de l'incorporation de substances radioactives depuis la publication des limites indicatives par la Commission du Codex Alimentarius en 1989¹ (CAC/GL 5-1989).

Nourrissons et adultes: Les niveaux d'exposition humaine résultant de la consommation d'aliments contenant des radionucléides énumérés au tableau 1 dans les limites indicatives proposées ont été évalués à la fois pour les adultes et les nourrissons et comparés au critère de dose approprié.

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

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

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

Évaluation de l'exposition sur un an: On fait l'hypothèse prudente que pendant la première année suivant une contamination radioactive majeure de l'environnement due à une situation d'urgence nucléaire ou radiologique il peut être difficile de remplacer les aliments importés de régions contaminées par des aliments importés de zones non touchées. D'après les données statistiques de la FAO, la fraction moyenne des quantités des principaux aliments importées par tous les pays dans le monde est de 0,1. Les valeurs du tableau 1, concernant les aliments consommés par les nourrissons et par la population en générale, ont été calculées de telle sorte que si un pays continue d'importer tous les principaux aliments depuis des régions contaminées par des radionucléides, la dose interne annuelle moyenne aux habitants ne dépassera pas environ 1 mSv (voir l'appendice 2). Cette conclusion peut ne pas s'appliquer à certains radionucléides si la fraction des aliments contaminés dépasse 0,1, ce qui peut être le cas pour les nourrissons dont le régime alimentaire est peu varié à base essentiellement de lait.

Évaluation de l'exposition à long terme: Un an après la situation d'urgence, la fraction d'aliments contaminés mis sur le marché diminuera généralement compte tenu des restrictions au niveau national (retrait du marché), de l'utilisation d'autres produits, de contre-mesures agricoles et de la détérioration des produits.

¹ À sa dix-huitième session (Genève, 1989), la Commission du Codex Alimentarius a adopté les limites indicatives pour les radionucléides dans les aliments, applicables dans le commerce international à la suite d'une contamination nucléaire accidentelle (CAC/GL 5-1989), valables pour six radionucléides (⁹⁰Sr, ¹³¹I, ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ²³⁹Pu et ²⁴¹Am) pendant un an après l'accident nucléaire.

L'expérience a montré que, à long terme, la fraction des aliments contaminés importés diminuera d'un facteur de cent ou plus. Certaines catégories d'aliments spécifiques, par exemple les produits forestiers de cueillette, peuvent présenter des niveaux de contamination persistants ou même croissants. D'autres catégories d'aliments peuvent être progressivement écartées des contrôles. Néanmoins, il faut savoir que les niveaux d'exposition individuelle risquent de ne pouvoir être qualifiés de négligeables qu'après de nombreuses années.

ÉVALUATION DE L'EXPOSITION INTERNE HUMAINE LORSQUE LES LIMITES INDICATIVES SONT APPLIQUÉES

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

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

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

où:

$GL(A)$ est la limite indicative (Bq/kg)

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

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

IPF est le facteur importation/production¹ (sans dimension)

Les résultats d'évaluation présentés au tableau 2 pour les nourrissons et les adultes montrent que pour les 20 radionucléides à l'examen, les doses dues à la consommation d'aliments importés pendant la première année suivant une contamination radioactive majeure ne dépassent pas 1 mSv. Il convient de noter que les doses étaient calculées sur la base d'une valeur pour l'IPF égale à 0,1 et que cette hypothèse peut ne pas s'appliquer, en particulier lorsqu'il s'agit de nourrissons qui ont un régime alimentaire peu varié à base essentiellement de lait.

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

À titre d'exemple, les évaluations des doses de ¹³⁷Cs reçues par l'alimentation sont présentées ci-dessous pour la première année après la contamination par ce radionucléide.

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

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

¹ Le facteur importation/production (**IPF**) est défini comme le rapport de la quantité d'aliments importés chaque année de zones contaminées par des radionucléides à la quantité totale produite et importée chaque année dans la région ou le pays en question.

TABLEAU 2

ÉVALUATION DES DOSES ABSORBÉES PAR LES NOURRISSONS ET PAR LES ADULTES DU FAIT DE L'INGESTION D'ALIMENTS IMPORTÉS PENDANT UN AN

Radionucléide	Limite indicative (Bq/kg)		Dose effective (mSv)	
	Aliments pour nourrissons	Autres aliments	1 ^{ère} année après une contamination majeure	
			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	1 000	1 000	0,7	0,3
³⁵ S*			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**	1 000	10 000	0,002	0,02
¹⁴ C			0,03	0,3
⁹⁹ Tc			0,2	0,4

* Ceci représente la valeur pour le sulfure (organiquement lié)

** Ceci représente la valeur pour le tritium (organiquement lié)

Voir « Justification scientifique des limites indicatives » (Annexe 1) et « Évaluation de l'exposition interne humaine lorsque les limites indicatives sont appliquées » (Annexe 2)

ACRYLONITRILE

Référence au JECFA:	28 (1984)
Indication toxicologique:	Acceptation provisoire (1984, l'utilisation de matériaux en contact avec les aliments desquels migre l'acrylonitrile est provisoirement acceptée, sous réserve de réduire la quantité de substance migrant dans les aliments à la concentration la plus faible technologiquement réalisable)
Définition du contaminant:	acrylonitrile (monomère)
Synonymes:	2-propénitrile; cyanure de vinyle (VCN); cyanoéthylène; abréviations, AN, CAN.
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)</i>

Nom du produit	Limite indicative (LI) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LI	Notes/Remarques
Aliments	0,02		

CHLOROPROPANOLS

Référence au JECFA:	41 (1993; for 1,3-dichloro-2-propanol seulement), 57 (2001), 67 (2006)
Indication toxicologique:	DJMTP de 0,002 mg/kg pc (2001, for 3-chloro-1,2-propanediol); maintenue en 2006. L'établissement d'une dose tolérable a été jugée inappropriée pour 1,3-dichloro-2-propanol en raison de la nature de la toxicité (tumorigène dans divers organes chez le rat et le contaminant peut interagir avec les chromosomes et/ou l'ADN). BMDL 10 pour le cancer, 3.3 mg/kg pc/jour (pour 1,3-dichloro-2-propanol); MOE, 65000 (population générale), 2400 (ingestion élevée, y compris chez les jeunes enfants)
Définition du contaminant:	3-MCPD
Synonymes:	Deux substances sont les composés les plus importants de ce groupe: 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD, connu aussi comme 3-monochloro-1,2-propanediol) et 1,3-dichloro-2-propanol (1,3-DCP)
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages pour la réduction des teneurs en 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) lors de la production de protéines végétales hydrolysées obtenues par voie acide (PVHA) et de produits contenant ce type de protéines (CAC/RCP 64-2008).</i>

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Condiments liquides contenant des protéines végétales obtenues par hydrolyse acide	0,4		La LM ne s'applique pas à la sauce de soja naturellement fermentée.

ACIDE CYANHYDRIQUE

Référence au JECFA:	39 (1992), 74 (2011)
Indication toxicologique:	DRfA 0,09 mg/kg pc en tant que cyanure (2011, cet équivalent du cyanure ARfD s'applique uniquement aux aliments contenant des glucosides de cyanure comme la source principale de cyanure) DJMTP 0,02 mg/kg pc en tant que cyanure (2011)
Définition du contaminant:	voir notes explicatives dans la colonne « Notes/Remarques »
Synonymes:	HCN
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages pour la réduction de l'acide cyanhydrique (HCN) dans le manioc et les produits à base de manioc (CAC/RCP 73-2013)</i>

Nom du produit	Limite maximale (ML) mg/kg	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Gari	2	Produit entier	La LM est exprimée en tant qu'acide cyanhydrique libre. La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 151-1989.
Farine de manioc	10		La LM est exprimée en tant qu'acide cyanhydrique total La norme de produits Codex pertinente est CODEX STAN 176-1989.

MÉLAMINE

Référence au JECFA: Réunion d'experts FAO/OMS, 2008
 Indication toxicologique: DJT 0,2 mg/kg pc (2008)
 Définition du contaminant: mélamine

Nom du produit	Limite maximale (LM) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LM	Notes/Remarques
Aliments de consommation humaine (autres que les préparations pour nourrissons) et animale	2,5		<p>La LM s'applique aux aliments autres que les préparations pour nourrissons. La LM s'applique aux concentrations de mélamine qui résultent de sa présence non intentionnelle et inévitable dans les aliments de consommation humaine et animale. La LM ne s'applique pas aux aliments de consommation humaine et animale pour lesquels il est possible de prouver que la concentration de mélamine supérieure à 2,5 mg/kg est due à:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'emploi autorisé de la cyromazine en tant qu'insecticide. Le niveau de la mélamine ne dépassera pas le niveau de la cyromazine. - la migration en provenance des matériaux en contact avec les aliments en tenant compte de toute limite de migration autorisée au niveau national. <p>La LM ne s'applique pas à la mélamine qui pourrait être présente dans les ingrédients/additifs des aliments pour animaux suivants: l'acide acétique de guanidine (GAA), l'urée et le biuret, résultant des procédés de production normaux.</p>
Préparations en poudre pour nourrissons	1		
Préparations liquides pour nourrissons	0,15		La LM s'applique aux préparations liquides pour nourrissons telles que consommées.

CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE

Référence au JECFA:	28 (1984)
Indication toxicologique:	Acceptation provisoire (1984, l'utilisation de matériaux en contact avec les aliments desquels migre le chlorure de vinyle est provisoirement acceptée, sous réserve de réduire la quantité de substance migrant dans les aliments au niveau le plus bas technologiquement réalisable
Définition du résidu:	Chlorure de vinyle monomère
Synonymes:	Monochloroéthène, chloroéthylène; abréviation VC ou VCM
Code d'usages correspondant:	<i>Code d'usages concernant les mesures prises à la source pour réduire la contamination chimique des aliments (CAC/RCP 49-2001)</i>

Nom du produit	Limite indicative (LI) (mg/kg)	Portion du produit à laquelle s'applique la LI	Notes/Remarques
Aliments	0,01		La LI dans les matériaux d'emballage alimentaire est de 1,0 mg/kg.