

**NORME GÉNÉRALE CODEX POUR LES CONTAMINANTS ET LES TOXINES
PRÉSENTS DANS LES PRODUITS DE CONSOMMATION HUMAINE ET ANIMALE
(CODEX STAN 193-1995)**

1. PRÉAMBULE

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 DEFINITION 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, 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 alimentaires¹.

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 apparentés²

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 GENERAUX 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 humaine³:

- prévenir la contamination de l'alimentation humaine et animale à la source, par exemple en réduisant la pollution due à l'environnement;

¹ 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.

² Pour les contaminants méthylmercure, radionucléides, acrylonitrile et vinylchloride monomère un **niveau indicatif Codex (NI)** a été établi.

Par **niveau indicatif Codex (NI)**, 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 une limite maximale, les niveaux indicatifs présents existants ou proposés seront révisés pour leur possible conversion en une limite maximale après une évaluation des risques effectuée par le JECFA, si cela est approprié.

³ 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).

- 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.

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 III 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 GENERALE POUR LES CONTAMINANTS DANS L'ALIMENTATION HUMAINE ET ANIMALE

La norme générale pour les contaminants et les toxines dans l'alimentation humaine et animale contient un type de présentation pour les normes: le Tableau I dans lequel les normes sont répertoriées par contaminant dans les différentes catégories de l'alimentation humaine et animale.

Des notes explicatives seront ajoutées, le cas échéant, pour faciliter la compréhension. Cette présentation fournit tous les éléments nécessaires à une bonne compréhension du sens, de l'historique, de l'application et du champ des normes et contient des références aux documents et rapports pertinents qui ont servi à son élaboration.

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

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

Cet appendice 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

APPENDICE - I

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.

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, on utilisera les critères contenus dans le paragraphe 11 cités dans 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 III du Manuel de procédure de la Commission du Codex Alimentarius devrait être consultée).
- 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 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 définirs dans l'appendice 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'Evaluation de l'exposition aux contaminants et aux toxines dans les aliments ou groupes d'aliments" -section III du Manuel de procédure de la Commission du Codex Alimentarius). 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 par. 5 à 8 et 12 à 14 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 dans le Manuel de procédure de la Commission du Codex Alimentarius). 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.

APPENDICE II

PRÉSENTATION DE LA NGCTAHA

Introduction

Le Tableau comportera les éléments suivants:

- ***Nom du contaminant:*** 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).
- ***DJTMP, 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 pour un contaminant;*** cette liste se composera des éléments suivants, disposés en colonnes:
 - Numéro de classification du produit alimentaire ou de la catégorie de produits;
 - Nom du produit alimentaire/de la catégorie de produits;
 - Valeur numérique de la limite maximale;
 - Suffixe accompagnant la limite maximale pour spécifier l'application de la limite maximale;
 - Documents de référence ou année d'adoption;
 - Références des critères normaux appliqués aux méthodes d'analyse et d'échantillonnage;
 - Notes/remarques.

**TABLEAU I – LIMITES MAXIMALES ET INDICATIVES CODEX POUR DES CONTAMINANTS
ET DES TOXINES DANS LES ALIMENTS**

INDEX DES CONTAMINANTS

NOM	PAGE
Mycotoxines	14
Aflatoxines, totales	14
Aflatoxine M1	31
Ochratoxine A	31
Patuline	32
Métaux lourds	33
Arsenic	33
Cadmium	34
Plomb	35
Mercurure	38
Méthylmercure	39
Étain	40
Radionucléides	42
Autres	47
Acrylonitrile	47
Chloropropanol	47
Dioxines	48
Chlorure de vinyle monomère	49

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 résidu:	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 abréviations, descriptions scientifiques et codes d'identification utilisés pour définir le contaminant.
Code des produits alimentaires:	Le code des produits alimentaires relève du système de catégorisation des aliments contenu à l'annexe IV-A de la NGCTA ou de classification Codex des produits d'alimentation humaine et animale. Le système de catégorisation des produits d'alimentation humaine et animale précise également la partie de l'aliment qui doit être analysée et à laquelle s'applique la LM, à moins qu'une définition précise de l'aliment ne soit fournie en annexe aux LM. En ce qui concerne les LM figurant dans les normes de produits du Codex, le numéro des normes correspondantes est indiqué, si les numéros de code ne sont pas faciles à obtenir pour ces produits.
Suffixe:	Une note accompagnant une LM ou une LI, servant à indiquer l'application ou la révision ultérieure de la LM. Par exemple, les définitions de résidus spécifiques peuvent être indiquées ici par des abréviations. Voir aussi « Qualifications des limites maximales » ci-après.
Type:	Le type indique s'il s'agit de la valeur de la LM Codex ou de la LI Codex. Voir également les définitions de ces termes dans le préambule de la NGCTA.

Tableau I

Qualification des limites maximales (LM)

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

Définitions de quelques termes toxicologiques

DJMTP:	<i>(Dose journalière maximale tolérable provisoire)</i> 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 microconstituants qui sont à la fois des nutriments essentiels et des constituants involontaires, une fourchette est donnée, dont la valeur inférieure représente le niveau d'essentialité et la valeur supérieure la DJMTP.
DHTP:	<i>(Dose hebdomadaire tolérable provisoire)</i> 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.
DMTP:	<i>(Dose mensuelle tolérable provisoire)</i> 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.

Tableau I - Mycotoxines

AFLATOXINES, TOTALES

Référence au JECFA:	31 (1987), 46 (1996), 49 (1997), 68 (2007)
Indication toxicologique:	Estimations de la capacité cancérogène des aflatoxines B, G, M (1997, la dose ingérée devrait être réduite à des niveaux aussi bas que possible.)
Définition du résidu:	Aflatoxines total (B1 +B2 + G1 + G2)
Synonymes:	Abréviations, AFB, AFG, suivis d'un numéro pour désigner les composés spécifiques
Codes d'usages correspondants:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des arachides par les aflatoxines (CAC/RCP 55-2004) Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des fruits à coque par les aflatoxines (CAC/RCP 59-2005) Code d'usage pour la réduction en aflatoxine B1 dans les matières premières et les aliments d'appoint destinés au bétail laitier (CAC/RCP 45-1997) Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination par les aflatoxines des figues sèches (CAC/RCP 65-2008)

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
SO 0697	Arachides	15	LM		La limite maximale s'applique aux arachides destinées à une transformation ultérieure. Pour le plan d'échantillonnage, voir l'appendice 1 ci-dessous.
TN 0660	Amandes	15	LM		La limite maximale s'applique aux amandes destinées à une transformation ultérieure. Pour le plan d'échantillonnage, voir l'appendice 2 ci-dessous.
TN 0666	Noisettes	15	LM		La limite maximale s'applique aux noisettes destinées à une transformation ultérieure. Pour le plan d'échantillonnage, voir l'appendice 2 ci-dessous.
TN 0675	Pistaches	15	LM		La limite maximale s'applique aux pistaches destinées à une transformation ultérieure. Pour le plan d'échantillonnage, voir l'appendice 2 ci-dessous.
TN 0660	Amandes	10	LM		La limite maximale s'applique aux amandes prêtes à consommer. Pour le plan d'échantillonnage, voir l'appendice 2 ci-dessous.
TN 0666	Noisettes	10	LM		La limite maximale s'applique aux noisettes prêtes à consommer. Pour le plan d'échantillonnage, voir l'appendice 2 ci-dessous.
TN 0675	Pistaches	10	LM		La limite maximale s'applique aux pistaches prêtes à consommer. Pour le plan d'échantillonnage, voir l'appendice 2 ci-dessous.

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

Appendice 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 ($\mu\text{g/kg}$) 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.

Tableau I - Mycotoxines

B. ÉchantillonnageProduit 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

*Tableau I - Mycotoxines*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 point 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:

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.

Tableau I - Mycotoxines

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 suivante:

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

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

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

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

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

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'échantillonPrécautions

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 100g minimum obtenue de l'échantillon de laboratoire.

D. Méthodes analytiquesGénéralités

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.

Tableau I - Mycotoxines

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 _F = 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 = 100g/100g, 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.

Appendice 2

PLAN 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 ET PISTACHES**DEFINITION**

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 pour le dosage des 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 un seuil de tolérance habituellement égal à la limite maximale Codex.

Échantillon élémentaire – quantité de matériel prélevé au hasard en un point unique du lot ou du sous-lot.

Échantillon global - total associé 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 que les échantillons associés.

Échantillon de laboratoire – la plus petite quantité de fruits à coque pulvérisés dans un broyeur.

L'échantillon de laboratoire peut être une partie de l'échantillon global entier. Si l'échantillon global est plus grand que l'/les échantillon(s) de laboratoire, l'/les échantillon (s) de laboratoire doit/doivent être prélevé au hasard sur l'échantillon global.

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.

Fruits à coque prêts à consommer – les noix qui ne sont pas destinées à subir une transformation/un traitement supplémentaire qui a prouvé réduire les niveaux d'aflatoxines.

Les fruits à coque destinés à une transformation ultérieure – les noix, qui sont destinées à subir une transformation/un traitement supplémentaire, qui a prouvé réduire les niveaux d'aflatoxines avant d'être utilisées en tant qu'ingrédient dans les denrées alimentaires, transformées autrement ou proposées à la consommation humaine. Les procédés qui ont prouvé réduire les niveaux d'aflatoxines sont le décorticage, le blanchiment suivi par un tri selon la couleur et le tri par gravité spécifique et couleur (dommages). Il existe quelques preuves de la réduction des aflatoxines dans les pistaches par torréfaction, mais les preuves n'ont pas encore été fournies pour les autres fruits à coque.

Courbe d'efficacité (OC) – un graphique de la probabilité de l'acceptation d'un lot versus concentration d'un lot lors de l'emploi d'un modèle de plan d'échantillonnage spécifique. 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 de plan d'échantillonnage spécifique aux aflatoxines.

CONSIDERATIONS RELATIVES AU MODELE DE PLAN D'ECHANTILLONNAGE

1. Les importateurs peuvent catégoriser commercialement les fruits à coque 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 de fruits à coque commercialisés. Les limites maximales doivent être définies pour les fruits à coque destinés à une transformation ultérieure et pour les fruits à coque prêts à consommer avant qu'une décision ne puisse être prise à propos du modèle du plan d'échantillonnage.
2. Les fruits à coque peuvent être commercialisés soit en tant que fruits en coque soit en tant que fruits écalés. Par exemple, les pistaches sont commercialisées en tant que noix en coque alors que les amandes sont commercialisées de façon prédominante en tant que fruits écalés.

Tableau I - Mycotoxines

3. Les statistiques d'échantillonnage, indiquées dans l'Appendice I sont basées sur l'incertitude et la distribution des aflatoxines parmi les échantillons de laboratoire des noix décortiquées. Parce que le nombre de fruits écalés par kg est différent pour chacun des trois 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 écalés par kg pour chaque fruit à coque, indiqué dans l'Appendice I peut être utilisé afin de convertir la taille de l'échantillon de laboratoire du nombre de noix en masse et vice versa.
4. Des estimations de l'incertitude associée à l'échantillonnage, à la préparation de l'échantillon et à l'analyse, indiquées dans l'Appendice I ainsi que la distribution⁴ binomiale négative sont utilisées pour calculer les courbes d'efficacité (OC) de test qui décrivent la performance des plans d'échantillonnage proposés pour les aflatoxines (Appendice II).
5. Dans l'Appendice I, l'écart 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)⁵. 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 large que la variation au sein du laboratoire mesurée dans des études d'échantillonnage pour les trois fruits à coque. L'incertitude analytique au sein du laboratoire pour chaque fruit à coque peut être trouvée sur le site Web <http://www5.bae.ncsu.edu/usda/www/ResearchActDocs/treenutwg.html>.
6. La question de la correction du résultat du test analytique par le taux de récupération n'est pas indiquée dans ce document. Toutefois, le tableau 2 indique différents critères de performance pour les méthodes analytiques y compris des suggestions pour les fourchettes de taux de récupération acceptables.

PROCEDURE 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 une limite maximale. La valeur de la limite maximale proposée ainsi que la procédure d'essai de l'aflatoxine sont indiquées ci-dessous.
8. Les limites maximales pour les fruits à coque (amandes, noisettes et pistaches) « prêts à consommer » et « destinés à une transformation ultérieure » sont respectivement de 10 et 15 ng/g d'aflatoxines totales.
9. Le choix du nombre et de la taille de l'échantillon de laboratoire constitue un compromis entre la minimalisation des risques (faux positifs et faux négatifs) et les coûts relatifs à l'échantillonnage et à la restriction au commerce. Pour simplifier, il est recommandé que l'échantillonnage proposé pour les aflatoxines corresponde à un échantillon global de 20 kg pour les trois fruits à coque.
10. Les deux plans d'échantillonnage (prêt à consommer et destiné à une transformation ultérieure) ont été conçus pour la mise en application et les contrôles concernant les aflatoxines totales dans les cargaisons en vrac (lots) des fruits à coque commercialisés dans le marché de l'exportation.

Fruits à coque destinés à une transformation ultérieure

limite maximale – 15 ng/g d'aflatoxines totales

Nombre d'échantillons de laboratoire – 1

Taille de l'échantillon de laboratoire - 20 kg

Amandes – écalées

Noisettes – écalées

Pistaches – en coque (équivalent d'environ 10kg de pistaches écalées calculé sur la base de la portion comestible réelle de l'échantillon)

Préparation de l'échantillon – l'échantillon sera moulu finement et mélangé avec soin en utilisant un procédé par exemple, broiement à sec avec mélangeur à couteaux vertical type concasseur qui a démontré fournir la variance de préparation d'échantillon la plus faible.

Méthode analytique – basée sur la performance (voir tableau 2)

Règle de décision – Si le résultat du test d'aflatoxine est inférieur ou égal à 15 ng/g d'aflatoxine totale, alors le lot

⁴ Whitaker, T., Dickens, J., Monroe, R., and Wiser, E. 1972. Comparaison de la distribution négative binomiale de l'aflatoxine dans les cacahouètes écalées à la distribution négative binomiale. J. American Oil Chemists' Society, 49:590-593.

⁵ Thompson, M. 2000. "Recent trends in inter-laboratory precision at ppb and sub-ppb concentrations in relation to fitness for purpose criteria in proficiency testing". J. Royal Society of Chemistry, 125:385-386.

Tableau I - Mycotoxines

doit être accepté. Sinon, il faut rejeter le lot.

La courbe d'efficacité décrivant la performance du plan d'échantillonnage pour les trois fruits à coque destinés à une transformation ultérieure est indiquée dans l'Appendice II.

Fruits à coque prêts à consommer

limite maximale – 10 ng/g d'aflatoxines totales

Nombre d'échantillons de laboratoire – 2

Taille des échantillons de laboratoire - 10 kg

Amandes – écalées

Noisettes – écalées

Pistaches – en coque (équivalent d'environ 5 kg de pistaches écalées calculé sur la base de la portion comestible réelle de l'échantillon)

Préparation de l'échantillon – l'échantillon sera moulu finement et mélangé avec soin en utilisant un procédé par exemple, broiement à sec avec mélangeur à couteaux vertical type concasseur qui a démontré fournir la variance de préparation d'échantillon la plus faible.

Méthode analytique – basée sur la performance (voir tableau 2)

Règle de décision – Si le résultat du test d'aflatoxine est en-dessous ou égal à 10 ng/g d'aflatoxine totale, alors le lot doit être accepté. Sinon, il faut rejeter le lot.

La courbe d'efficacité décrivant la performance du plan d'échantillonnage pour les trois fruits à coque destinés à une transformation ultérieure est indiquée dans l'Appendice II.

11. Pour assister les pays membres à mettre en place ces deux plans d'échantillonnage du Codex, les méthodes de sélection de l'échantillon, les méthodes de préparation de l'échantillon ainsi que les méthodes analytiques requises afin de quantifier l'aflatoxine dans les échantillons de laboratoire extraits des lots en vrac de fruits à coque sont décrits dans les sections suivantes.

SELECTION D'ECHANTILLON**Matière à échantillonner**

12. Chaque lot qui a besoin d'être contrôlé doit être échantillonné séparément. Les lots de plus de 25 tonnes devraient être sous divisés en sous lots afin d'être échantillonnés séparément. Si un lot est plus grand que 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 n'excède les 25 tonnes. Le poids minimum du lot doit être de 500 kg.
13. En prenant en compte le fait que le poids du lot n'est pas toujours un multiple exact de sous-lots de 25 tonnes, le poids du sous lot peut excéder le poids mentionné d'un maximum de 25 pour cent.
14. Des échantillons doivent être prélevés sur le même lot, c'est-à-dire qu'ils doivent avoir le même numéro de lot ou au moins la même date limite d'utilisation optimale. Tout changement qui affecterait le contenu en mycotoxine, la détermination analytique ou rendrait les échantillons globaux collectés non représentatifs devrait être évité. Par exemple, n'ouvrez pas un emballage dans des conditions climatiques néfastes ou n'exposez pas les échantillons à une humidité excessive ou à la lumière du jour. Evitez la contamination croisée à partir d'autres cargaisons à proximité consignées et potentiellement contaminées.
15. Dans la plupart des cas tout camion ou conteneur doit être déchargé afin de permettre un échantillonnage représentatif.

Sélection d'échantillons élémentaires

16. Les procédures utilisées pour prélever des échantillons élémentaires d'un lot de fruits à coque sont très importantes. Chaque noix dans le lot devrait avoir la même chance d'être sélectionnée. Des biais seront introduits par les méthodes de sélection d'échantillon si l'équipement et les procédures utilisées pour sélectionner les échantillons élémentaires empêchent ou réduisent les chances de chaque noix dans le lot d'être choisie.
17. Vu qu'il n'existe pas de façon de savoir si les fruits à coque contaminés sont dispersés de façon uniforme à travers le lot, il est essentiel que l'échantillon global soit constitué de l'accumulation de beaucoup de petits échantillons élémentaires du produit sélectionné à différents endroits du lot. Si l'échantillon global est plus large que désiré, il devrait être mélangé et subdivisé jusqu'à ce que la taille de l'échantillon de laboratoire soit atteinte.

Tableau I - Mycotoxines

Nombre d'échantillons élémentaires 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) élémentaires varieront avec la taille du lot (sous lot).
19. Le nombre d'échantillons élémentaires extraits d'un lot (sous lot) dépend du poids du lot. Le tableau 1 sera utilisé afin de déterminer le nombre d'échantillons élémentaires à extraire des lots et des sous lots de différentes tailles au-dessous de 25 tonnes. Le nombre d'échantillons élémentaires varie d'un minimum de 10 jusqu'à un maximum de 100.

Tableau 1. Nombre et taille des échantillons élémentaires composant un échantillon global de 20 kg^a en fonction du poids du lot (ou sous-lot).

Poids ^b du lot ou du sous lot (T= tonnes)	Nombre minimal d'échantillons supplémentaires	Taille ^c minimale de l'échantillon supplémentaire (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 de l'échantillon global minimale = taille de l'échantillon de laboratoire de 20 kg

b/ 1 Tonne = 1000 kg

c/ Taille de l'échantillon élémentaire minimale = taille de l'échantillon de laboratoire (20 kg)/nombre minimal d'échantillons élémentaires, c'est-à-dire pour 0,5<T< 1 tonne, 2000 g = 20 000/10

Poids de l'échantillon élémentaire

20. Le poids minimum suggéré de l'échantillon élémentaire devrait être approximativement de 200 grammes pour les lots de 25 tonnes métriques (25 000 kg). Le nombre et/ou la taille des échantillons élémentaires devra être plus important que ce qui est suggéré dans le tableau 1 pour les tailles de lots inférieures à 25000 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 wagon, un camion ou un autorail, ou dans de nombreux petits conteneurs tels que des sacs ou des boîtes, les fruits à coque 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 tous les fruits à coque dans certains conteneurs.
22. Prélever des échantillons élémentaires dans un lot statique exige habituellement l'emploi de sondes pour collecter le produit dans le lot. Les sondes utilisées devraient être spécialement conçues en fonction du produit et du type de conteneur. La sonde 1) devrait être assez longue pour atteindre tous les produits, 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.
23. Pour les lots commercialisés sous emballages individuels, la fréquence d'échantillonnage (SF), ou le nombre de paquets dans lesquels les échantillons élémentaires sont prélevés, est fonction du poids du lot (LT), du poids de l'échantillon élémentaire (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 prélevés plus facilement en sélectionnant des échantillons élémentaires 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

Tableau I - Mycotoxines

du flux et mélanger échantillons élémentaires pour obtenir un échantillon global; si l'échantillon global est plus gros que l'/les échantillons requis au laboratoire, il faut mélanger et subdiviser cet échantillon pour obtenir l'échantillon de laboratoire(s) de la taille requise.

26. Des dispositifs d'échantillonnage automatique tels qu'un échantillonneur à taille croisée 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, des échantillons élémentaires devraient être recueillis et mélangés à intervalles fréquents et réguliers dans tout le flux de fruits à coque après le point d'échantillonnage.
27. Les échantillonneurs à taille croisée devraient être installés 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.
28. La taille de l'échantillon global (S) en kg, prélevé dans un lot par un dispositif d'échantillonnage est la suivante:
Equation 2: $S = (D \times LT) / (T \times V)$,
où 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.
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
Equation 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 20 000 kg, si la largeur de l'ouverture du dispositif est de 5,0 cm et la vitesse du dispositif 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 passera à travers le dispositif en 40 minutes (2400 sec) et seulement 9.6 prélèvements (neuf échantillons supplémentaires) seront effectués dans le lot (équation 3). Cela pourrait ne pas suffire, en ce sens que trop de produit (2 083,3 kg) passe à travers le dispositif entre chaque prélèvement à travers le flux.

Emballage et envoi d'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 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. Les échantillons devraient être entreposés dans un endroit noir froid.

Fermeture et étiquetage des échantillons

33. 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 ensemble et fournir toute information supplémentaire qui pourrait être utile à l'analyste.

PREPARATION DE L'ECHANTILLONPrécautions

34. 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. La température ambiante ainsi que l'humidité relative devraient être contrôlées et ne pas favoriser la croissance de la moisissure ainsi que la formation d'aflatoxine.

Tableau I - Mycotoxines**Homogénéisation - Broyage**

35. Les aflatoxines étant réparties de manière absolument non homogène, les échantillons de laboratoire doivent être homogénéisés en broyant l'échantillon entier reçu par le laboratoire. L'homogénéisation est une procédure qui réduit la taille de la particule et disperse les particules contaminées régulièrement à travers l'échantillon de laboratoire broyé.
36. L'échantillon de laboratoire doit être finement broyé et mélangé avec soin, à l'aide d'une méthode permettant d'obtenir un produit le plus homogène possible. Une homogénéisation complète implique que la taille de la particule est extrêmement petite et que la variabilité associée à la préparation de l'échantillon (Appendice I) approche le zéro. Après le broyage, le broyeur doit être nettoyé afin d'éviter la contamination croisée par l'aflatoxine.
37. L'utilisation d'un broyeur-mélangeur à hachoirs verticaux qui mélange et broie l'échantillon de laboratoire en une pâte représente un compromis pour ce qui concerne le coût et la finesse du broyage ou la réduction⁶ de la taille des particules. Une meilleure homogénéisation (broyage plus fin), aboutissant par exemple à une bouillie liquide, peut être obtenue si l'on utilise un équipement plus sophistiqué et devrait fournir la plus faible variance⁷ pour ce qui concerne la préparation de l'échantillon.

Prise d'essai

38. La taille recommandée de la prise d'essai obtenue de l'échantillon de laboratoire broyé devrait être approximativement de 50 grammes. Si l'échantillon de laboratoire est utilisé en utilisant une bouillie liquide, la bouillie devrait contenir 50 g de masse de noix.
39. Les procédures pour sélectionner la prise d'essai de 50 g à partir de l'échantillon de laboratoire broyé devraient être un procédé aléatoire. Si le mélange est réalisé durant ou après le processus de broyage, la prise d'essai de 50 g peut être sélectionnée à n'importe quel endroit de l'échantillon de laboratoire broyé. Sinon la prise d'essai de 50 g devrait être un assemblage de plusieurs petites portions sélectionnées d'un bout à l'autre de l'échantillon de laboratoire.
40. Il est suggéré que les trois prises d'essai soient sélectionnées à partir de chaque échantillon de laboratoire broyé. Les trois prises d'essai seront utilisées pour la mise en application, appel et confirmation si nécessaire.

METHODES ANALYTIQUES**Généralités**

41. On définira des critères de performance que la méthode d'analyse utilisée doit respecter. 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 répétitivité (au sein du laboratoire), le coefficient de variation de la reproductibilité (parmi les laboratoires) et le taux de récupération nécessaires pour diverses restrictions statutaires. Les méthodes analytiques qui sont acceptées par les chimistes internationalement (comme AOAC) peuvent être utilisées. Ces méthodes sont régulièrement l'objet d'un suivi et d'une mise à jour en fonction des progrès technologiques.

Critères de performance 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 pour leurs installations.

⁶ Ozay, G., Seyhan, F., Yilmaz, A., Whitaker, T., Slate, A., and Giesbrecht, F. 2006. Echantillonnage de noixettes pour l'aflatoxine: incertitude associée à l'échantillonnage, préparation d'échantillon et analyse. J. Association Official Analytical Chemists, Int., 89:1004-1011.

⁷ Spanjer, M., Scholten, J., Kastrup, S., Jorissen, U., Schatzki, T., Toyofuku, N. 2006. Comminution d'échantillon pour l'analyse de la mycotoxine: broiement à sec ou mélange suspension?, Additifs alimentaires et contaminants, 23:73-83.

Tableau 2: Spécifications auxquelles les méthodes d'analyse devraient satisfaire

Critères	Fourchette de concentration (ng/g)	Valeur recommandée	Valeur maximale autorisée
Blancs	Toutes	Négligeable	n/a
Taux de récupération	1 à 15	70 à 110%	n/a
	>15	80 à 110%	n/a
Précision ou déviation relative standard RSD_R (reproductibilité)	1 à 120	Equation 4 de Thompson	2 x valeur obtenue de l'équation 4
	>120	Equation 5 de Horwitz	2 x valeur obtenue de l'équation 5
Précision ou déviation relative standard RSD_r (répétitivité)	1 à 120	Calculé en tant que 0,66 fois Précision RSD_R	n/a
	>120	Calculé en tant que 0,66 fois Précision RSD_r	n/a

n/a = pas 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 développées respectivement par Thompson² et Horwitz et Albert⁸.

Équation 4: $RSD_R = 22,0$ (pour $C \leq 120$ ng/g ou $c \leq 120 \times 10^{-9}$)

Équation 5: $RSD_R = 2^{(1-0,5 \log c)}$ (pour $C > 120$ ng/g 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 répétabilité = $0,66 RSD_R$
- c = est la concentration en aflatoxines (c'est à dire $1 = 100\text{g}/100\text{g}$, $0,001 = 1,000$ mg/kg)
- C = concentration en aflatoxines ou masse d'aflatoxines à la masse des fruits à coque (c'est à dire ng/g).

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

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

⁸ Horwitz, W. et Albert, R. 2006. le taux Horwitz (HorRat): un index utile de performance de la méthode avec respect de la précision. J. Association of Official Analytical Chemists, Int., 89:1095-1109.

Appendice I

Incertitude, ainsi que mesuré par la variance, associée à l'échantillonnage, à la préparation de l'échantillon et aux étapes analytiques de la procédure d'essai pour les aflatoxines utilisée pour évaluer les aflatoxines dans les amandes, les noisettes et les pistaches.

Les données d'échantillonnage pour les amandes, les noisettes et les pistaches ont été fournies respectivement par les Etats-Unis, la Turquie et l'Iran.

Les estimations de la variance ainsi que la distribution binomiale négative¹ ont été utilisées afin de calculer les courbes d'efficacité pour chaque fruit à coque dans l'Appendice II. L'échantillonnage, la préparation de l'échantillon ainsi que les variances analytiques associées au contrôle des amandes, des noisettes et des pistaches sont indiqués dans le tableau I ci-dessous.

Suite aux difficultés informatiques associées à l'emploi de la répartition binomiale négative aux courbes d'efficacité (OC) au chiffage informatique pour divers plans d'ébauche d'échantillonnage, l'effet de différentes tailles d'échantillon de laboratoire, de différents nombres d'échantillons de laboratoire ainsi que de différentes limites maximales sur la performance (courbes d'efficacité) des plans d'ébauche d'échantillonnage est fourni à l'adresse du site Web <http://www5.bae.ncsu.edu/usda/www/ResearchActDocs/treenutwg.html>.

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

Procédure d'essai	Amandes	Noisettes	Pistaches
Échantillonnage ^{b,c}	$S_s^2 = (7\ 730/ns)5,759C^{1,561}$	$S_s^2 = (10\ 000/ns)4,291C^{1,609}$	$S_s^2 = 8\ 000/ns)7,913C^{1,475}$
Préparation échantillon ^d	$S_{sp}^2 = (100/nss)0,170C^{1,646}$	$S_{sp}^2 = (50/nss)0,021C^{1,545}$	$S_{sp}^2 = (25/nss)2,334C^{1,522}$
Analyse ^e	$S_a^2 = (1/na)0,0484C^{2,0}$	$S_a^2 = (1/na)0,0484C^{2,0}$	$S_a^2 = (1/na)0,0484C^{2,0}$
Variance totale	$S_s^2 + S_{sp}^2 + S_a^2$	$S_s^2 + S_{sp}^2 + S_a^2$	$S_s^2 + S_{sp}^2 + S_a^2$

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

b/ ns = Taille de l'échantillon de laboratoire en nombre de noix écalées, nss = taille de la prise d'essai en grammes, na = nombre d'aliqotes quantifiées par HPLC, et C = concentration d'aflatoxine dans ng/g total en aflatoxine.

c/ Dénombre de noix écalées/kg pour respectivement les amandes, les noisettes et les pistaches est 773, 1 000, et 1 600.

d/ Les préparations d'échantillons d'amandes, de noisettes et de pistaches ont été effectuées respectivement à l'aide de concasseurs Hobart, Robot Coupe et Marjaan Khatman. Les échantillons de laboratoire étaient broyés à sec en une pâte pour chaque fruit à coque.

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 par Thompson² (fondé sur les données de FAPAS) comme une mesure appropriée du meilleur accord qui peut être obtenu entre les laboratoires. Une incertitude analytique de 22 pour cent est plus large que la variation au sein du laboratoire mesurée dans des études d'échantillonnage pour les trois fruits à coque.

Appendice II

Courbes d'efficacité décrivant la performance du projet des plans d'échantillonnage d'aflatoxines pour les amandes, les noisettes et les pistaches.Fruits à coque destinés à une transformation ultérieure

La courbe caractéristique d'efficacité décrit la performance du plan d'échantillonnage de l'aflatoxine pour les amandes, les noisettes et les pistaches destinées à une transformation ultérieure en utilisant un échantillon unique de 20 kg et une limite maximale de 15 ng/g pour les aflatoxine totales. La courbe caractéristique d'efficacité reflète les incertitudes qui sont liées à un échantillon de laboratoire de 20 kg de fruits écalés pour les amandes et les noisettes ainsi qu'un échantillon de laboratoire de 20 kg de fruits en coque (environ 10 kg de fruits écalés) pour les pistaches, broyées dans un broyeur-mélangeur à hachoirs verticaux, prise d'essai de 50 g et quantification de l'aflatoxine dans la prise d'essai par HPLC.

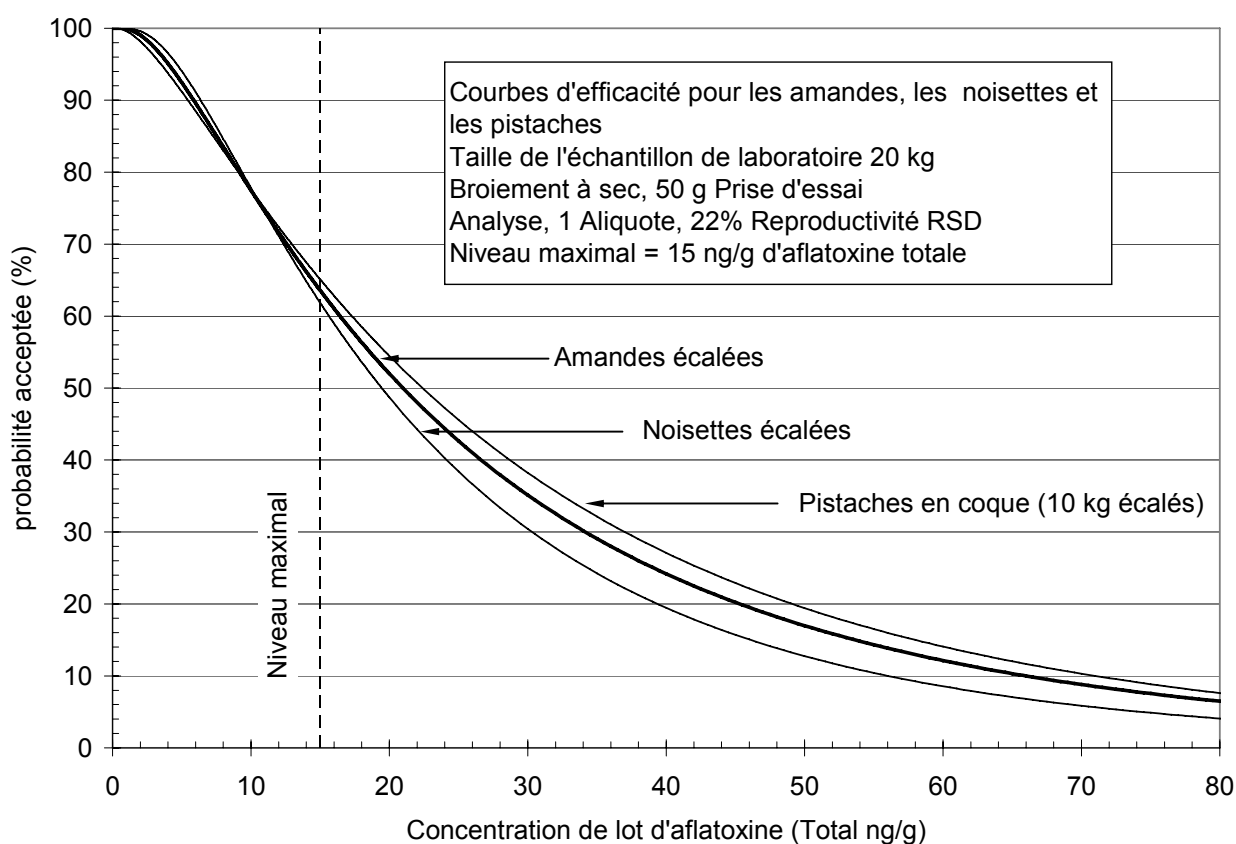


Tableau I - Mycotoxines

Fruits à coque prêts à consommer

La courbe caractéristique d'efficacité décrit la performance du plan d'échantillonnage de l'aflatoxine pour les amandes, les noisettes et les pistaches prêtes à la consommation en utilisant deux échantillons de 10 kg et une limite maximale de 10 ng/g pour les aflatoxines totales, broyées dans un broyeur-mélangeur à hachoirs verticaux, prise d'essai de 50 g et quantification de l'aflatoxine dans la prise d'essai par HPLC.

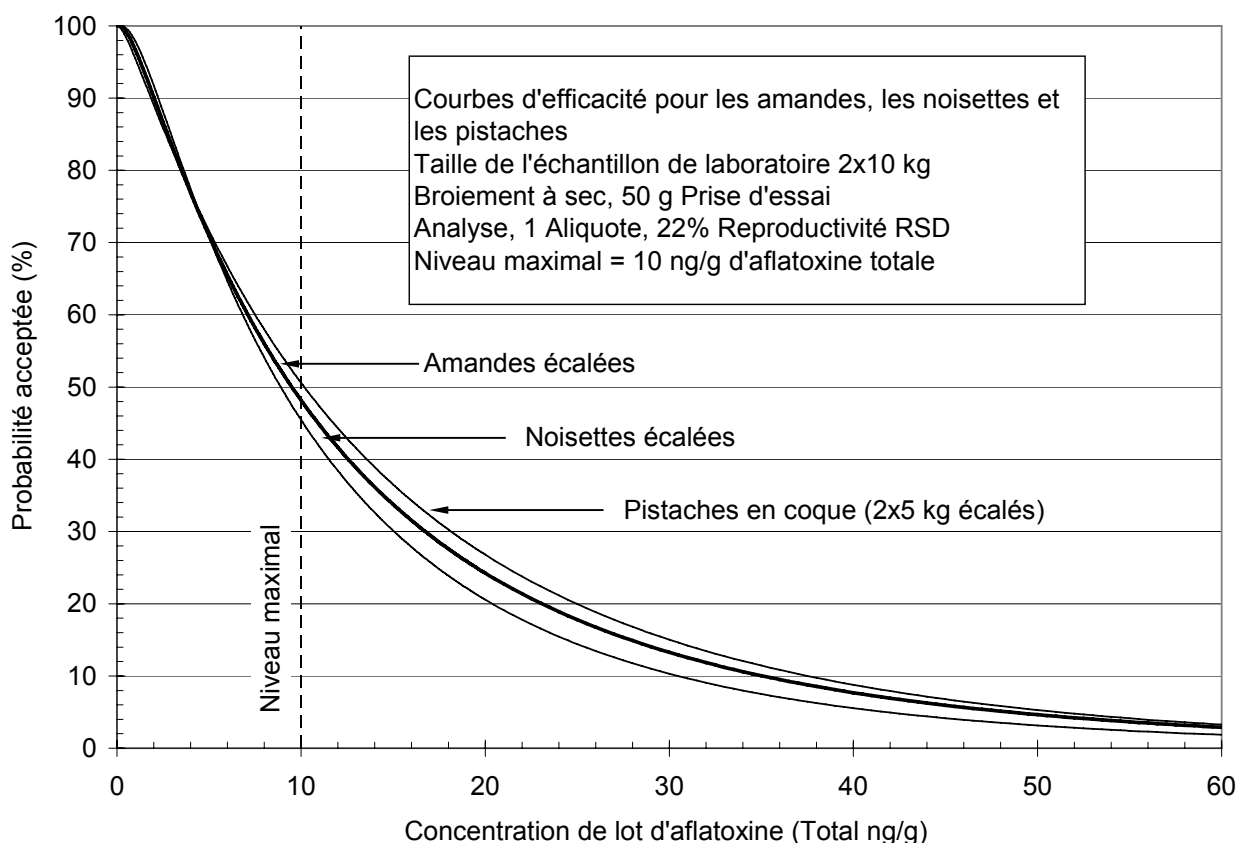


Tableau I - Mycotoxines

AFLATOXINE M1

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

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
LM 0106	Lait	0,5	LM		

OCHRATOXINE A

Référence au JECFA:	37 (1990), 44 (1995), 56 (2001), 68 (2007)
Indication toxicologique:	DHTP 0,0001 mg/kg de poids corporel (2001)
Définition du résidu:	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'usage correspondant:	Code d'Usages en Matière de Prévention et Réduction de la Contamination des Céréales par les Mycotoxines, y Compris les appendices sur l'Ochratoxine A, la Zéaralénone, les Fumonisines et les Trichothécènes (CAC/RCP 51-2003) Code d'usages pour la prévention et la réduction de l'ochratoxine A dans le vin (CAC/RCP 63-2007)

Tableau I - Mycotoxines

Denrée/Produit Code	Nom	Limite Suffixe mg/kg	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
GC 0654	Blé	5	LM		
GC 0640	L'orge	5	LM		
GC 0650	Le seigle brut	5	LM		

PATULINE

Référence au JECFA: 35 (1989), 44 (1995)

Indication toxicologique: DHTP 0,0004 mg/kg de poids corporel (1995)

Définition du résidu: patuline

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

Denrée/Produit Code	Nom	Limite Suffixe mg/kg	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
JF 0226	Jus de pomme	50	LM		La limite maximale s'applique aussi au jus de pomme servant d'ingrédient dans d'autres boissons.

La patuline est une mycotoxine lactone hémi-acétale de faible masse moléculaire produite par les espèces du genre *Aspergillus*, *Penicillium* et *Byssoschlamys*.

Tableau I – Métaux lourds

ARSENIC

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

Denrée/produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Graisses et huiles comestibles	0,1		LM	CS 19-1981	Graisserie et huiles comestibles qui ne relèvent pas d'une norme individuelle
	Margarine	0,1		LM	CS 32-1981	
	Minarine	0,1		LM	CS 135-1981	
	Graisses animales portant un nom spécifique	0,1		LM	CS 211-1999	
OR 0305	Huile d'olive, raffinée	0,1		LM	CS 33-1981	Huile de grignon Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme
OC 0305	Huile d'olive, vierge	0,1		LM	CS 33-1981	
OR 5330	Huile d'olive, de grignon	0,1		LM	CS 33-1981	
OC 0172	Huiles végétales, brutes	0,1		LM	CS 210-1999	
OR 0172	Huiles végétales, comestibles	0,1		LM	CS 210-1999	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme
	Eaux minérales naturelles	0,01		LM	CS 108-1981	Exprimée en mg/l d'arsenic total
	Sel de qualité alimentaire	0,5		LM	CS 150-1985	

L'arsenic est un élément métalloïde généralement présent sous forme de minéraux dans la croûte terrestre et qui est plus facilement rencontré dans les sources naturelles liées à l'activité volcanique et à l'érosion des minéraux, et par l'activité anthropique créatrice d'émissions dans l'environnement, comme la fusion du minerai, la brûlure du charbon et les utilisations spéciales, telles les agents conservateurs du bois à base d'arsenic, les pesticides ou les médicaments pour usage humain ou vétérinaire. Suite aux processus métaboliques qui ont lieu naturellement dans la biosphère, l'arsenic existe en nombreuses formes chimiques organiques ou inorganiques dans les aliments (espèces). Dans l'environnement marin notamment, l'arsenic est souvent présent en concentrations élevées sous formes organiques, jusqu'à 50mg/kg, sur la base du poids humide, dans certains poissons et fruits de mer dont les algues, le poisson, les coquillages et les crustacés. En eau douce et en milieu terrestre, l'arsenic est normalement présent en concentrations plus faibles (généralement 0-20 ug/kg) dans les plantes cultivées et le bétail. Des concentrations plus élevées peuvent exister dans le riz, les champignons et parfois dans la volaille nourrie avec du poisson

Tableau I – Métaux lourds

contenant de l'arsenic. Les formes d'arsenic les plus toxiques sont les composés d'arsenic inorganique (III) et (V); le trioxyde d'arsenic inorganique, très connu comme raticide, a parfois été utilisé comme homicide. Les formes méthylées de l'arsenic ont une toxicité aiguë faible; l'arsénobétaine qui est la principale forme d'arsenic présent dans le poisson et les crustacés est considérée comme non-toxique. Dans les coquillages, les mollusques et les algues, on observe la présence des dérivés diméthyl-arsinylribosides (« arsenosucres »), dont la toxicité possible n'est pas très bien connue. Seul un faible pourcentage de l'arsenic total présent dans le poisson est de forme inorganique, qui est la seule forme pour laquelle une DHTP a été élaborée par le JECFA. Les données épidémiologiques humaines utilisées pour l'évaluation du risque sont basées sur l'exposition à l'arsenic inorganique contenu dans l'eau potable. L'IARC a classifié l'arsenic inorganique comme cancérigène humain, et le risque à vie lié au cancer de la peau provoqué par l'arsenic contenu dans l'eau potable à une concentration égale ou supérieure à la limite indicative de l'OMS pour l'arsenic présent dans l'eau potable est estimé à 6×10^{-4} .

CADMIUM

Référence au JECFA:	16 (1972), 33 (1988), 41 (1993), 55 (2000), 61 (2003), 64 (2005)
Indication toxicologique:	DHTP: 0,007 mg/kg de poids corporel (1988 (maintenue in 2000 & 2003). À sa soixante-quatrième session, le JECFA a conclu que l'effet des différentes limites maximales sur l'ingestion globale de cadmium serait minime. Avec les limites maximales proposées par le Codex, l'ingestion moyenne de cadmium serait réduite d'environ 1% de la DHTP. L'imposition de limites maximales inférieures d'un niveau n'entraînerait pas plus de 6% de réduction potentielle de l'ingestion de cadmium (blé, pommes de terre) de la DHTP. Aux limites maximales proposées par le Codex, 9% au maximum d'une denrée serait non conformes (huîtres). Avec des limites maximales inférieures d'un niveau à celles proposées environ 25% des mollusques, des pommes de terre et autres légumes seraient non-conformes).
Définition du résidu:	Cadmium, total
Synonymes:	Cd
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Denrée/Produit Code	Nom	Limite Suffixe mg/kg	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
VB 0040	Légumes brassica	0,05	LM		
VA 0035	Légumes bulbes	0,05	LM		
VC 0045	Légumes fruits, cucurbitacées	0,05	LM		
VO 0050	Légumes fruits autres que les cucurbitacées	0,05	LM		Tomates et champignons comestibles exceptés
VL 0053	Légumes feuilles	0,2	LM		
VP 0060	Légumineuses	0,1	LM		
VR 0589	Pommes de terre	0,1	LM		Pelées
VD 0070	Légumes secs	0,1	LM		Soja (sec) excepté
VR 0075	Légumes-racines et tubercules	0,1	LM		Pommes de terre et céleri rave exceptés

Tableau I – Métaux lourds

Denrée/Produit Code	Nom	Limite Suffixe mg/kg	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
VS 0078	Légumes-tiges	0,1	LM		
GC 0081	Céréales à l'exception du sarrasin, du chénopode et du quinoa	0,1	LM		Blé et riz exceptés, son et germe compris
GC 0649	Riz, poli	0,4	LM		
GC 0654	Blé	0,2	LM		
IM 0151	Mollusques marins bivalve	2	LM		à l'exception des huîtres et des coquilles Saint-Jacques
IM0152	Céphalopodes	2	LM		sans viscères
	Eaux minérales naturelles	0,003	LM	CS 108-1981	Exprimée en mg/l
	Sel de qualité alimentaire	0,5	LM	CS 150-1985	

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

PLOMB

Référence au JECFA: 10 (1966), 16 (1972), 22 (1978), 30 (1986), 41 (1993), 53 (1999)

Indication toxicologique: DHTP: 0,025 mg/kg de poids corporel (1987 pour les nourrissons et les enfants à bas âge, étendue à tous les groupes d'âge en 1993 et maintenue en 1999)

Définition du résidu: Plomb, total

Synonymes: Pb

Codes d'usage correspondants: Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments par le plomb (CAC/RCP 56-2004)
Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Tableau I – Métaux lourds

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
FT 0026	Fruits (sub)tropicaux, pelure comestible	0,1		LM		
FI 0030	Fruits (sub)tropicaux, pelure non comestible	0,1		LM		
FB 0018	Baies et autres petits fruits	0,2		LM		
FC 0001	Agrumes	0,1		LM		
FP 0009	Fruits à pépins	0,1		LM		
FS 0012	Fruits à noyaux	0,1		LM		
VB 0040	Légumes brassica	0,3		LM		Chou frisé excepté
VA 0035	Légumes bulbes	0,1		LM		
VC 0045	Légumes fruits, cucurbitacées	0,1		LM		
VO 0050	Légumes fruits, autres que les cucurbitacées	0,1		LM		Champignons exceptés
VL 0053	Légumes feuilles	0,3		LM		Légumes brassica feuilles compris, épinards non compris.
VP 0060	Légumineuses	0,2		LM		
VD 0070	Légumes secs	0,2		LM		
VR 0075	Légumes racines et tubercules	0,1		LM		Pommes de terre pelées comprises
	Cocktail de fruits en conserve	1		LM	CS 78-1981	
	Pamplemousses en conserve	1		LM	CS 15-1981	
	Mandarines en conserve	1		LM	CS 68-1981	
	Mangues en conserve	1		LM	CS 159-1987	
	Ananas en conserve	1		LM	CS 42-1981	
	Framboises en conserve	1		LM	CS 60-1981	
	Fraises en conserve	1		LM	CS 62-1981	
	Macédoine de fruits tropicaux en conserve	1		LM	CS 99-1981	
	Confitures de fruits et gelées	1		LM	CS 79-1981	
	Chutney de mangue	1		LM	CS 160-1987	
	Olives de table	1		LM	CS 66-1981	
	Asperges en conserve	1		LM	CS 56-1981	
	Carottes en conserve	1		LM	CS 116-1981	
	Haricots verts et haricots beurre en conserve	1		LM	CS 16-1981	
	Petits pois en conserve	1		LM	CS 58-1981	
	Petits pois secs trempés en conserve	1		LM	CS 81-1981	

Tableau I – Métaux lourds

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Champignons en conserve	1		LM	CS 55-1981	
	Cœurs de palmier en conserve	1		LM	CS 144-1985	
	Maïs doux en conserve	1		LM	CS 18-1981	
	Tomates en conserve	1		LM	CS 13-1981	
	Concombres (cornichons) marinés	1		LM	CS 115-1981	
	Concentrés de tomates traités	1,5		LM	CS 57-1981	
JF 0175	Jus de fruits	0,05		LM		Nectars compris; prêts à consommer
GC 0081	Céréales, à l'exception du sarrasin, du chénopode et du quinoa	0,2		LM		
	Châtaignes et purée de châtaignes en conserve	1		LM	CS 145-1985	
MM 0097	Viande de bovins, porcins et ovins	0,1		LM		S'applique aussi à la graisse de viande
PM 0110	Viande de volaille	0,1		LM		
MO 0812	Bovins, abats comestibles	0,5		LM		
MO 0818	Porcins, abats comestibles	0,5		LM		
PO 0111	Volaille, abats comestibles	0,5		LM		
	Graisses et huiles comestibles	0,1		LM	CS 19-1981	Graisse et huiles qui ne relèvent pas d'une norme individuelle
	Poisson	0,3		L M		
	Margarine	0,1		LM	CS 32-1981	
	Minarine	0,1		LM	CS 135-1981	
	Graisses animales portant un nom spécifique	0,1		LM	CS 211-1999	Lard, graisse de porc fondue, premier jus et suif comestible
OR 0305	Huile d'olive, raffinée	0,1		LM	CS 33-1981	
OC 0305	Huile d'olive, vierge	0,1		LM	CS 33-1981	
OR 5330	Huile d'olive, de grignon	0,1		LM	CS 33-1981	Huile de grignons
PF 0111	Graisses de volaille	0,1		LM		
OC 0172	Huiles végétales, brutes	0,1		LM	CS 210-1999	Huiles végétales portant un nom spécifique, d'arachide, de babassu, de noix de coco, de graines de coton, de graines de raisins, de maïs, de graines de moutarde, de palmiste, de palmier, de navette, de carthame, de graines de sésame, de soja, et de graines de tournesol, et l'oléine, la stéarine et la superoléine de palme et d'autres huiles, le beurre de cacao excepté
OR 0172	Huiles végétales, comestibles	0,1		LM	CS 210-1999	
LM 0106	Laits	0,02		LM		Un facteur de concentration s'applique aux laits partiellement ou entièrement déshydratés
LS	Produits laitiers secondaires	0,02		LM		

Tels consommés

Tableau I – Métaux lourds

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Eaux minérales naturelles	0,01		LM	CS 108-1981	Exprimée en mg/l
	Aliments pour nourrissons	0,02		LM		Prêts à utiliser
	Sel de qualité alimentaire	2		LM	CS 150-1985	
	Vin	0,2		LM		

MERCURE

Référence au JECFA: 10 (1966), 14 (1970), 16 (1972), 22 (1978)

Indication toxicologique: DHTP: 0,005 mg/kg de poids corporel (1978)

Définition du résidu: Mercure, Total

Synonymes: Hg

Code d'usage correspondant: Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Eaux minérales naturelles	0,001		LM	CS 108-1981	Exprimée en mg/l
	Sel de qualité alimentaire	0,1		LM	CS 150-1985	

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

Tableau I – Métaux lourds

METHYLMERCURE

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

Denrée/ Code	Produit Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Poisson	0,5		LI		Poissons prédateurs exceptés Les limites indicatives concernent le méthylmercure présent dans le poisson frais ou transformé et dans les produits à base de poisson faisant l'objet d'un commerce international.
	Poisson prédateur	1		LI		Poissons prédateurs comme le requin (WS 0131), l'espadon, le thon (WS 0132), le brochet (WF 0865) et autres. Les limites indicatives concernent le méthylmercure présent dans le poisson frais ou transformé et dans les produits à base de poisson faisant l'objet d'un commerce international.

Les lots seront considérés comme étant conformes aux limites indicatives si la teneur en méthylmercure dans l'échantillon d'analyse, pris dans l'échantillon composite, ne dépasse pas les limites ci-dessus. Si les limites indicatives sont dépassées, les gouvernements doivent décider si, et dans quelles circonstances, les denrées peuvent être distribuées sur le territoire relevant de leur juridiction et quelles recommandations, le cas échéant, doivent être formulées quant aux restrictions sur la consommation, notamment par les groupes vulnérables comme les femmes enceintes. Le méthylmercure est la forme de mercure la plus toxique, qui se forme en milieu aquatique. Par conséquent, le méthylmercure est surtout présent dans les organismes aquatiques. Il peut s'accumuler dans la chaîne alimentaire; les concentrations dans les espèces de grands poissons prédateurs sont par conséquent supérieures à celles des autres espèces, et le poisson est la source principale de l'exposition humaine au méthylmercure. Les concentrations de méthylmercure et aussi de mercure total dans les animaux terrestres et dans les végétaux sont généralement très faibles; l'utilisation de produits à base de poisson pour nourrir les animaux peut cependant contribuer à augmenter les concentrations de méthylmercure dans les autres produits d'origine animale.

Tableau I – Métaux lourds

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 de poids corporel (1988, Exprimée pour Sn; comprend l'étain utilisé dans les additifs alimentaires; maintenue en 2000.)
Définition du résidu:	Étain, total (Sn total) sauf indication contraire; étain inorganique (Sn inorganique); ou autre spécification
Synonymes:	Sn
Codes d'usage correspondants:	Code d'usage pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments en conserve par l'étain inorganique (CAC/RCP 60-2005) Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Aliments en boîte (autres que les boissons)	250	C	LM		
	Boissons en boîte	150	C	LM		
	Cocktail de fruits en conserve	250	C	LM	CS 78-1981	
	Pamplemousses en conserve	250	C	LM	CS 15-1981	
	Mandarines en conserve	250	C	LM	CS 68-1981	
	Mangues en conserve	250	C	LM	CS 159-1987	
	Ananas en conserve	250	C	LM	CS 42-1981	
	Framboises en conserve	250	C	LM	CS 60-1981	
	Fraises en conserve	250	C	LM	CS 62-1981	
	Macédoine de fruits tropicaux en conserve	250	C	LM	CS 99-1981	
	Confitures de fruits et gelées	250	C	LM	CS 79-1981	
	Chutney de mangue	250	C	LM	CS 160-1987	
	Olives de table	250	C	LM	CS 66-1981	
	Asperges en conserve	250	C	LM	CS 56-1981	
	Carottes en conserve	250	C	LM	CS 116-1981	
	Haricots verts et haricots au beurre en conserve	250	C	LM	CS 16-1981	
	Petits pois en conserve	250	C	LM	CS 58-1981	
	Petits pois secs trempés en conserve	250	C	LM	CS 81-1981	
	Champignons en conserve	250	C	LM	CS 55-1981	
	Cœurs de palmier en conserve	250	C	LM	CS 144-1985	

Tableau I – Métaux lourds

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Maïs doux en conserve	250	C	LM	CS 18-1981	
	Tomates en conserve	250	C	LM	CS 13-1981	
	Concombres (cornichons) marinés	250	C	LM	CS 115-1981	
	Concentrés de tomates traités	250	C	LM	CS 57-1981	
	Châtaignes et purée de châtaignes en conserve	250	C	LM	CS 145-1985	
	« Chopped meat » cuite ou fumée	250	C	LM	CS 98-1981	Pour les produits en contenants en fer blanc
	« Chopped meat » cuite ou fumée	50		LM	CS 98-1981	Pour les produits dans d'autres contenants
	Jambon cuit ou fumé	50		LM	CS 96-1981	Pour les produits dans d'autres contenants
	Jambon cuit ou fumé	250	C	LM	CS 96-1981	Pour les produits dans des contenants en fer blanc
	Épaule de porc cuite ou fumée	50		LM	CS 97-1981	Pour les produits dans d'autres contenants
	Épaule de porc cuite ou fumée	250	C	LM	CS 97-1981	Pour les produits dans des contenants en fer blanc
	« Corned beef »	50		LM	CS 88-1981	Pour les produits dans d'autres contenants
	« Corned beef »	250	C	LM	CS 88-1981	Pour les produits dans des contenants en fer blanc
	« Luncheon meat »	250	C	LM	CS 89-1981	Pour les produits dans des contenants en fer blanc
	« Luncheon meat »	50		LM	CS 89-1981	Pour les produits dans d'autres contenants

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

Tableau I – Radionucléides

RADIONUCLEIDES

Code denrée	Nom du produit	Radionucléides représentatifs	Coefficient de dose par ingestion en Sv/Bq	Limite en Bq/kg	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Aliments pour nourrissons*	^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am		1	LI		
	Aliments pour nourrissons*	^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{129}I , ^{131}I , ^{235}U		100	LI		
	Aliments pour nourrissons*	$^{35}\text{S}^{**}$, ^{60}Co , ^{89}Sr , ^{103}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{192}Ir		1000	LI		
	Aliments pour nourrissons*	$^3\text{H}^{***}$, ^{14}C , ^{99}Tc		1000	LI		
	Aliments (à l'exception des aliments pour nourrissons)	^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am		10	LI		
	Aliments (à l'exception des aliments pour nourrissons)	^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{129}I , ^{131}I , ^{235}U		100	LI		
	Aliments (à l'exception des aliments pour nourrissons)	$^{35}\text{S}^{**}$, ^{60}Co , ^{89}Sr , ^{103}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{192}Ir		1000	LI		
	Aliments (à l'exception des aliments pour nourrissons)	$^3\text{H}^{***}$, ^{14}C , ^{99}Tc		10000	LI		

* Lorsqu'ils sont destinés à cet usage.

** Ceci correspond à la valeur pour le sulfure (organiquement lié).

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

Portée: Les limites indicatives s'appliquent aux radionucléides contenus dans des denrées alimentaires destinées à la consommation humaine et faisant l'objet d'un commerce international, qui ont été contaminées 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 fondées 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.

Tableau I – Radionucléides

Application: S'agissant de la protection radiologique générale des consommateurs, lorsque les niveaux de radionucléides dans les aliments ne dépassent pas les limites indicatives correspondantes, les aliments doivent être considérés comme sûrs pour la consommation humaine. Si les limites indicatives sont dépassées, c'est aux gouvernements de décider si et dans quelles circonstances les aliments doivent être distribués sur leur territoire ou sous leur autorité. Les gouvernements peuvent décider d'adopter des valeurs différentes pour utilisation interne sur leur propre territoire lorsque les hypothèses concernant la distribution des aliments qui ont été retenues pour calculer les limites indicatives peuvent ne pas s'appliquer, par exemple en cas de contamination radioactive étendue. 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 des installations nucléaires ou sont utilisés comme sources de rayonnements en quantités suffisamment grandes pour constituer des contributeurs potentiels importants aux niveaux dans les aliments; 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 d'après les 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 des différents groupes. Chaque groupe doit être traité indépendamment. Toutefois, les activités massiques de chacun des radionucléides d'un même groupe doivent être ajoutées³.

Appendice 1

**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**

L'avant-projet de limites indicatives révisées 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 1989⁴ (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.

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.

⁴ 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.

Tableau I – Radionucléides

Pour évaluer l'exposition de la population et les risques sanitaires associés à l'incorporation de radionucléides présents dans les aliments, on a besoin d'estimations des taux de consommation des aliments et des coefficients de dose par ingestion. D'après l'OMS (1988), on suppose qu'un adulte consomme 550 kg d'aliments par an. La valeur de la consommation d'aliments et de lait d'un nourrisson pendant la première année de vie utilisée pour calculer la dose aux nourrissons est de 200 kg sur la base des habitudes alimentaires actuelles (F. Luykx, 1990⁵; Département de la santé des États-Unis, 1998⁶; NRPB, 2003⁷). 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, 1996).

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

Radionucléides naturels: Les radionucléides naturels sont omniprésents et se trouvent donc dans tous les aliments à des degrés divers. Les doses de rayonnements résultant de la consommation d'aliments vont 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.

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.

⁵ F. Luykx (1990) Response of the European Communities to environmental contamination following the Chernobyl accident. In: Environmental Contamination Following a Major Nuclear Accident, IAEA, Vienna, v.2, 269-287.

⁶ Département de la santé des États-Unis (1998) Accidental Radioactive Contamination of Human Food and Animal Feeds: Recommendations for State and Local Agencies. Food and Drug Administration, Rockville.

⁷ K. Smith and A. Jones (2003) Generalised Habit Data for Radiological Assessments. NRPB Report W41.

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

Appendice 2

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:

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

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/production⁹ (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 ^{239}Pu 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 (CIPR, 2005¹⁰). 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 , ^{14}C , ^{35}S et des isotopes de l'iode et du césium.

À titre d'exemple, les évaluations des doses de ^{137}Cs 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: $E = 1\,000 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,4 \text{ mSv}$

⁹ 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.

¹⁰ International Commission on Radiological Protection (2005) Doses to Infants from Radionuclides Ingested in Mothers Milk. En cours de publication.

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			0,7	0,3
³⁵ S*	1 000	1 000	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 » (Appendice 1) et « Évaluation de l'exposition interne humaine lorsque les limites indicatives sont appliquées » (Appendice 2)

Tableau I – Autres

ACRYLONITRILE

Référence au JECFA:	28 (1984)
Indication toxicologique:	Acceptation provisoire (1984, l'utilisation des matériaux pour contact alimentaire desquels migre l'acrylonitrile est provisoirement acceptée, sous réserve de réduire la quantité de substance migrant dans les aliments à la concentration technologiquement la plus faible.)
Définition du résidu:	acrylonitrile (monomère)
Synonymes:	2-Propénitrile; cyanure de vinyle (VCN); cyanoéthylène; abréviations, AN, CAN.
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Denrée/Produit Code Nom	Limite Suffixe Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
Aliment	0,02 LI		

Le monomère acrylonitrile est la substance de départ de la fabrication des polymères utilisés comme fibres, résines, caoutchouc et aussi comme matériaux d'emballage des aliments riches en acide oxalique. L'acrylonitrile n'existe pas à l'état naturel. L'acrylonitrile est classifié par l'IARC comme cancérogène possible pour l'homme (groupe 2B). Les polymères dérivés de l'acrylonitrile peuvent aussi contenir des faibles quantités de monomère libre.

CHLOROPROPANOL

Référence au JECFA:	41 (1993 ; 1, 3-dichloro-2-propanol uniquement), 57 (2001), 67 (2006)
Indication toxicologique:	0,002 mg/kg de poids corporel (2001, pour 3-chloro-1,2-propanediol) ; maintenu en 2006. La fixation d'un apport tolérable a été jugée inappropriée pour 1,3-dichloro-2-propanol en raison de la nature de la toxicité (provoque des tumeurs dans divers organes chez les rats et le contaminant peut interagir avec des chromosomes et/ou l'ADN). Dose repère BMDL 10 (cancer), 3,3 mg/kg de poids corporel/jour pour 1,3-dichloro-2-propanol); MdE, 65000 (population générale), 2400 (apport élevé, y compris chez les jeunes enfants)
Définition du résidu:	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'usage correspondant:	Code d'usage 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)

Tableau I – Autres

Denrée/ Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Condiments liquides contenant des protéines végétales obtenues par hydrolyse acide (à l'exception de la sauce de soja fermentée naturellement)	0,4		LM		

DIOXINES

Référence au JECFA:	57 (2001)
Indication toxicologique:	DHTP 70 pg TEQ/kg de poids corporel (2001, y compris les PCB coplanaires)
Synonymes:	Polychlorodibenzo-dioxines et-furannes
Code d'usage correspondant:	Code d'usages pour la prévention et à la réduction de la contamination des produits destinés à l'alimentation humaine et animale par les dioxines et les PCB de type dioxine (CAC/RCP 62-2006), Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des denrées alimentaires par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001).

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
Aucune LM						

CHLORURE DE VINYLE MONOMERE

Référence au JECFA:	28 (1984)
Indication toxicologique:	Acceptation provisoire (1984, l'utilisation de matériaux pour contact alimentaire desquels migre le chlorure de vinyle est provisoirement acceptée, sous réserve de réduire la quantité de substance migrant dans les aliments à la concentration technologiquement la plus faible)
Définition du résidu:	Chlorure de vinyle monomère
Synonymes:	Monochloroéthène, chloroéthylène; abréviation VC ou VCM
Code d'usage correspondant:	Code d'usage pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par des substances chimiques (CAC/RCP 49-2001)

Denrée/Produit Code	Nom	Limite mg/kg	Suffixe	Type	Référence	Remarques/observations à l'intention du Codex Alimentarius
	Aliment	0,01		LI		La limite indicative pour les matériaux d'emballage alimentaire est de 1,0 mg/kg.

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